



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

PERFORMANCE PRODUTIVA E QUALIDADE SENSORIAL DA CARNE DE
BOVINOS CRUZADOS DE ABERDEEN ANGUS

LILIANA IMPERADEIRO MIXÃO

CONSTITUIÇÃO DO JURÍ

Doutor Luís Lavadinho Telo da Gama

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

ORIENTADOR

Doutor Mário Alexandre
Gonçalves Quaresma

CO-ORIENTADOR

Dr. José Bernardo Archer de
Menezes Castro Fraga

2019

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

PERFORMANCE PRODUTIVA E QUALIDADE SENSORIAL DA CARNE DE
BOVINOS CRUZADOS DE ABERDEEN ANGUS

LILIANA IMPERADEIRO MIXÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JURÍ

Doutor Luís Lavadinho Telo da Gama

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

ORIENTADOR

Doutor Mário Alexandre
Gonçalves Quaresma

CO-ORIENTADOR

Dr. José Bernardo Archer de
Menezes Castro Fraga

2019

LISBOA

Ao meu Pai

Agradecimentos

O culminar deste trabalho marca um longo percurso, quer a nível pessoal quer profissional.

Assim, e em primeiro lugar, devo o meu sincero agradecimento a quem se manteve ao meu lado:

Aos meus colegas de curso, que levo como grandes amigos, que se mantiveram tantas vezes presentes na minha ausência. Sem a sua constante ajuda, este Mestrado não estaria concluído.

À equipa BestFarmer: Eng. Domingos Bastos, Dr. José Fraga, Eng. António Santos, Silva e Natália. Que tão bem me recebeu, com quem tanto aprendi, e com a qual é hoje um privilégio trabalhar.

Ao Dr. José Fraga, meu coorientador de estágio e desta dissertação, devo o meu agradecimento em particular. Fez-me ver por exemplo próprio a amplitude do que ser Médico Veterinário pode significar. O meu obrigada pela exigência e desafios – sempre com apoio constante - e por, assim, me motivar a ser melhor profissional.

Ao Grupo Jerónimo Martins, pela cedência das amostras e dados que compõem este estudo. É para mim um orgulho pertencer a uma empresa que privilegia – entre tantos outros valores - o conhecimento e a inovação.

Ao Professor Doutor Mário Quaresma, pela sua orientação na conclusão desta dissertação.

Ao Doutor João Marques de Almeida, pela sua contribuição e orientação nas análises sensoriais.

Ao Professor Doutor José Mestre Prates, responsável pelo laboratório de Bioquímica e ao Professor Doutor António Barreto, responsável pelo laboratório de Tecnologia dos Produtos Animais, pela disponibilização dos respetivos espaços, na Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa.

À Nanta, pelo apoio financeiro à parte experimental deste estudo.

E, por fim, ao meu início: à minha família, a quem devo o melhor de mim.

À minha Mãe,

À Mary,

E ao meu Pai que, mesmo depois de partir, me conseguiu continuar a ensinar tanto e acredito que estará presente no dia da defesa desta dissertação.

PERFORMANCE PRODUTIVA E QUALIDADE SENSORIAL DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS DE ABERDEEN ANGUS

Resumo

No mercado de carne de bovino, a diferenciação de produto parece ser uma forte forma de competitividade. Várias empresas do setor agroalimentar estão a investir nesta diferenciação da carne, com o objetivo de oferecer ao consumidor uma carne de qualidade superior. A aposta na raça Aberdeen Angus no mercado nacional tem sido evidenciada.

O presente estudo teve duas vertentes: pretendeu avaliar qual a influência da raça paterna Aberdeen Angus quando em cruzamento com Limousine em comparação com animais de raça pura Limousine e também avaliar três raças maternas (Charolesa, Limousine e Mertolenga) quando em cruzamento com Aberdeen Angus. Esta comparação teve em conta a medição de parâmetros zootécnicos e sensoriais da carne. Para este efeito, foram selecionados no total 104 animais, 52 machos e 52 fêmeas, das respectivas raças em estudo. Os animais estiveram estabulados em *feedlot*, e foram sujeitos à mesma alimentação, uma mistura de concentrado de farinha e palha. Foram calculados Índice de Conversão Alimentar, Ganho Médio Diário, Peso de Carcaça, Rendimento de Carcaça e Classificação de Carcaça relativa a conformação e estado de Gordura. Para avaliação da qualidade de carne, a cada animal em estudo foram recolhidas duas amostras do músculo *Longissimus lumborum*, num total de 208 amostras. Nestas, foi determinado pH, cor (luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo), força de corte, e avaliou-se, através de avaliação por painel sensorial treinado, a suculência, a tenrura e o *flavour*.

Palavras-chave: Aberdeen Angus, Índices zootécnicos, Qualidade de carne.

PRODUCTIVE PERFORMANCE AND SENSORY QUALITY OF CROSSBRED ABERDEEN ANGUS

Abstrat

In the beef market, product differentiation appears to be a form of competition. Several companies in the agri-food sector are investing on this differentiation of meat trying to offer the consumer a meat with greater quality. The investment on the Aberdeen Angus breed in the Portuguese national market has been evidenced.

The present study had two parts: it aimed to evaluate the influence of the paternal genetic Aberdeen Angus when crossbred with Limousine compared to pure genetic Limousine and also to evaluate three maternal genetics (Charolais, Limousine and Mertolenga) when crossbred with Aberdeen Angus. This study included zootechnical parameters and sensory quality of the meat.

For this purpose, a total of 104 animals, 52 males and 52 females, of the respective genetics groups under study were selected. The animals were stabled in feedlot and feed a mixture of concentrated and straw. Feed Conversion, Daily Average Gain, Carcass Weight, Carcass Yield and Carcass Conformation and Fat Cover scores were recorded. For meat quality evaluation, two *Longissimus Lumborum* muscle samples were collected from each animal under study, in a total of 208 samples. In these, it was determined pH, color (luminosity, intensity of red and intensity of yellow), shear force and, through evaluation by trained sensory panel, juiciness, tenderness and flavor.

Key Words: Aberdeen Angus, Zootechnical parameters, Meat quality.

Índice Geral

| | |
|--|------|
| Agradecimentos..... | iii |
| Resumo | iv |
| Abstrat | v |
| Índice de Figuras | viii |
| Índice de Tabelas | ix |
| Lista de Abreviaturas | x |
| 1. Relatório de Estágio | 1 |
| 2. Introdução..... | 3 |
| 3. Revisão Bibliográfica | 4 |
| 3.1. Genética | 4 |
| 3.2. Raças em Estudo | 4 |
| 3.2.1. Aberdeen Angus..... | 4 |
| 3.2.2. Charolesa | 6 |
| 3.2.3. Limousine | 6 |
| 3.2.4. Mertolenga | 7 |
| 3.3. Índices Zootécnicos | 7 |
| 3.3.1. Ganho Médio Diário..... | 8 |
| 3.3.2. Índice de Conversão Alimentar | 8 |
| 3.4. Carne – Definição..... | 9 |
| 3.4.1. Composição do tecido muscular | 9 |
| 3.4.2. Estrutura do tecido muscular | 9 |
| 3.4.3. Tecido Conjuntivo..... | 10 |
| 3.5. Conversão do Músculo em Carne..... | 10 |
| 3.5.1. Rigor Mortis | 11 |
| 3.5.2. Descida do pH | 11 |
| 3.5.3. Capacidade de Retenção de Água | 12 |
| 3.5.4. Estimulação Elétrica das Carcaças..... | 12 |
| 3.5.5. Encurtamento pelo frio..... | 13 |
| 3.5.6. Maturação | 13 |
| 3.6. Características de Carcaça..... | 14 |
| 3.6.1. Carcaça – Definição | 14 |
| 3.6.2. Rendimento de Carcaça | 14 |
| 3.6.3. Classificação de Carcaças..... | 15 |
| 3.7. Qualidade de Carne – Definição | 16 |
| 3.8. Características Sensoriais da Carne..... | 17 |
| 3.8.1. Cor | 17 |
| 3.8.2. Tenrura e Flavour | 18 |
| 3.8.3. Gordura e Características Sensoriais da Carne..... | 19 |
| 3.8.4. Genética e Características Sensoriais da Carne..... | 20 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.8.5. | Painéis Sensoriais | 21 |
| 3.8.6. | Força de Corte..... | 21 |
| 4. | Materiais e Métodos | 22 |
| 4.1. | Instalações | 23 |
| 4.2. | Animais..... | 23 |
| 4.3. | Regime Alimentar | 23 |
| 4.4. | Abate | 24 |
| 4.4.1. | Rendimento de Carcaça | 24 |
| 4.4.2. | Classificação de Carcaças..... | 25 |
| 4.5. | Recolha de Amostras | 26 |
| 4.6. | Preparação das Amostras | 27 |
| 4.7. | Determinação de pH..... | 28 |
| 4.8. | Determinação de Cor..... | 28 |
| 4.9. | Análise Sensorial e Força de Corte | 29 |
| 4.9.1 | Força de Corte | 29 |
| 4.10. | Análise Estatística..... | 30 |
| 5. | Resultados..... | 31 |
| 5.1. | Estudo experimental 1 | 31 |
| 5.2. | Estudo experimental 2 | 34 |
| 6. | Discussão | 38 |
| 6.1. | Estudo experimental 1 | 38 |
| 6.2. | Estudo experimental 2 | 41 |
| 7. | Conclusão..... | 45 |
| 8. | Bibliografia..... | 46 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Exemplar Macho Raça Aberdeen Angus. | 5 |
| Figura 2 - Exemplo de amostras recolhidas | 26 |
| Figura 3 - Identificação das amostras..... | 27 |
| Figura 4 - Conservação a vácuo das amostras. | 27 |
| Figura 5 - Preparação das amostras..... | 27 |
| Figura 6 - Preparação das amostras..... | 27 |
| Figura 7 - Processo de medição do pH..... | 28 |
| Figura 8 - Processo de determinação objetiva de cor. | 29 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Categorias de Classificação de Carcaças de Bovinos | 15 |
| Tabela 2 - Classificação de Conformação de Carcaças de Bovinos | 15 |
| Tabela 3 - Classificação de Estado de Gordura de Carcaças de Bovinos..... | 16 |
| Tabela 4 - Influência do Marmoreado na Palatabilidade da Carne..... | 20 |
| Tabela 5 - Correspondência entre Classificação de Conformação e pontuação associada . | 25 |
| Tabela 6 - Correspondência entre Classificação de Gordura e pontuação associada..... | 25 |
| Tabela 7 - Correspondência entre Pontuação e Descrição Sensorial | 30 |
| Tabela 8 - Comparação entre AL e LL - Índices Zootécnicos..... | 31 |
| Tabela 9 - Comparação entre AL e LL - Parâmetros Colorimétricos e pH..... | 32 |
| Tabela 10 - Comparação entre AL e LL - Pontuação por painel sensorial..... | 33 |
| Tabela 11 - Comparação entre AC, AL e AM - Parâmetros colorimétricos e pH | 34 |
| Tabela 12 - Comparação entre AC, AL e AM - Parâmetros colorimétricos e pH. | 35 |
| Tabela 13 - Comparação entre AC, AL e AM - Pontuação por painel sensorial. | 36 |

Lista de Abreviaturas

| | | |
|----------------|---|--|
| a* | - | Intensidade de vermelho |
| AC | - | Cruzamento Angus com Charolês |
| AL | - | Cruzamento Angus com Limousine |
| AM | - | Cruzamento Angus com Mertolenga |
| b* | - | Intensidade de amarelo |
| CIE | - | <i>Commision Internationale de l'Eclairage</i> |
| Cl. Conf. | - | Classificação de Conformação de Carcaça |
| Cl. Gord. | - | Classificação de Estado de Gordura de Carcaça |
| cm | - | Centímetros |
| CRA | - | Capacidade de Retenção de Água |
| DFD | - | <i>Dark, Firm and Dry</i> |
| FAO | - | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| GMD | - | Ganho Médio Diário |
| IC | - | Índice de Conversão Alimentar |
| ICA | - | Índice de Conversão Aliementar |
| INIAV | - | Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária |
| Kg | - | Quilograma |
| KgF | - | Quilograma/Força |
| L* | - | Luminosidade |
| LL | - | Cruzamento Limousine com Limousine |
| mm | - | Milímetros |
| pH | - | Potencial de Hidrogénio |
| P ₁ | - | Peso Inicial |
| P ₂ | - | Peso Final |
| PC | - | Peso de Carcaça |
| PV | - | Peso Vivo |

| | | |
|----------------|---|---|
| RC | - | Rendimento de Carcaça |
| SAS | - | <i>Statistical Analysis Systems Institute</i> |
| T ₁ | - | Tempo Inicial |
| T ₂ | - | Tempo Final |
| UE | - | União Europeia |
| WHC | - | <i>Water Holding Capacity</i> |
| °C | - | Graus Celsius |

1. Relatório de Estágio

No âmbito da conclusão do mestrado integrado em Medicina Veterinária pela Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa, realizei o meu estágio curricular na BestFarmer SA, de 18 de janeiro 2016 a 18 de julho de 2016, com orientação do Professor Doutor Mário Quaresma e coorientação do Dr. José Fraga.

Ao frequentar o curso de Medicina Veterinária, encontrei o que considero ser uma formação polivalente. Face ao mercado de trabalho atual, que se apresenta cada vez mais competitivo, esta característica é por mim encarada como uma grande vantagem. Neste sentido, procurei no estágio de final de curso uma oportunidade de conhecer a realidade e metodologia de trabalho de uma grande empresa. Assim, através do meu orientador Professor Doutor Mário Quaresma, foi contactada a Jerónimo Martins. Para além disto, orientar o meu estágio final para uma empresa da grande distribuição, pareceu-me uma oportunidade única de expandir as possibilidades e procurar alternativas ao mercado de trabalho dos médicos veterinários.

A BestFarmer é uma empresa que pertence ao grupo Jerónimo Martins Agro-Alimentar. Num projeto em forte expansão, conta já com uma primeira engorda de bovinos, com um efetivo de aproximadamente mil animais, situada em Manhente, Barcelos.

Com o objetivo de apresentar ao consumidor uma carne diferenciada e de qualidade superior à existente no mercado nacional, dedica-se à engorda de animais cruzados de Aberdeen Angus.

No âmbito do projeto da BestFarmer foi possível conjugar o meu interesse por produção animal e, ao mesmo tempo, integrar uma empresa da grande distribuição.

Durante o estágio, foram desenvolvidas diversas atividades, que incorporam várias fases da cadeia de produção:

- Visitas a explorações aleitantes e leiteiras de produtores nacionais de bovinos, para a compra de vitelos cruzados de Aberdeen Angus;
- Receção e descarga de vitelos na exploração;
- Participação na definição dos planos profiláticos e execução dos mesmos;
- Acompanhamento de todas as tarefas diárias e de manejo inerentes a uma engorda de bovinos;
- Participação na elaboração dos planos nutricionais da exploração;
- Acompanhamento e participação em decisões de gestão da engorda tais como: compra de animais, ração, medicamentos e outros equipamentos e análise de dados;
- Diagnóstico e acompanhamento do tratamento clínico do efetivo bovino, particularmente na área de patologia respiratória;
- Seleção e carga de animais para matadouro;
- Visita ao matadouro Santacarnes, em Santarém, e acompanhamento de abates;

- Acompanhamento de desmancha de carcaças e recolha das amostras que compõem o estudo desta dissertação, na Montalva, Torres Novas.

O estágio na BestFarmer também me permitiu aumentar a minha formação, através da oportunidade de entrar em contacto com consultores de nutrição, saúde e bem-estar animal e também de estar presente em diversas palestras e conferências nestas mesmas áreas.

2. Introdução

Na atual conjuntura económica, a diferenciação de produtos tem dado provas de ser uma forte forma de competitividade. Isto aplica-se quer ao mercado de géneros alimentares de forma geral, quer especificamente ao mercado de carne de bovino.

O mercado nacional de carne de bovino, para além de apresentar ainda lacunas no que diz respeito à produção orientada para a qualidade organolética da carne, está também longe de ser autossuficiente, recorrendo à importação.

Neste sentido, o Grupo Jerónimo Martins, encontrou uma oportunidade de investimento e diferenciação do mercado. Em Outubro de 2015 abriu a BestFarmer, a primeira engorda de bovinos cruzados de Aberdeen Angus do Grupo, que fornece as lojas Pingo Doce e Recheio. Apostar na produção própria teve dois grandes objetivos: oferecer ao consumidor um produto final de qualidade superior e homogéneo na sua apresentação e também diminuir a importação de carne de bovino.

A escolha da raça Aberdeen Angus em particular, foi devida ao seu reconhecimento como uma carne succulenta e tenra pela deposição de gordura intramuscular que lhe é característica. Com este projeto, conseguiu-se, através da aposta nos produtores nacionais e posterior engorda dos respetivos animais em instalações próprias, que toda a carne de Angus vendida nas lojas Pingo Doce e Recheio seja nacional, tendo consequentemente terminado a sua importação.

A BestFarmer compra os animais desmamados, entre os 5 e os 9 meses, a produtores nacionais. Regra geral, os produtores introduziram um macho puro de raça Aberdeen Angus que cruzam com a genética da vacada que já possuíam. Os cruzamentos mais frequentes são com mães de raça Mertolenga, Limousine e Charolesa.

Consequentemente, e integrado neste projeto, interessa caracterizar a influência de cada genética envolvida, quer a nível de qualidade sensorial de carne, quer a nível de performances produtivas.

Assim, o presente estudo teve dois grandes objetivos:

- Avaliar a influência da raça paterna Aberdeen Angus, em performances produtivas e qualidade de carne, comparado com raça paterna Limousine.
- Avaliar e comparar entre si a influência da raça de três linhas maternas: Limousine, Charolesa e Mertolenga, em cruzamento com machos de raça Aberdeen Angus, em performances produtivas e qualidade de carne.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Genética

No enquadramento atual de produção de carne bovina, é essencial maximizar o melhoramento genético quer para características economicamente importantes, quer para cumprir os requisitos exigidos pelo mercado (Davis, 2011). Uma das práticas de melhoramento genético mais utilizadas em produção animal é o cruzamento entre diferentes raças (Gama, 2002), a que se dá o nome de *crossbreeding*. A grande maioria da carne de bovino presente no sector industrial provém de animais cruzados (Davis, 2011).

Os produtores de carne de bovino cruzam animais de raças diferentes, para tirar vantagem da complementariedade e da heterose (Gama, 2002):

A complementariedade permite aproveitar a variabilidade genética de duas raças distintas tirando vantagem das qualidades superiores de cada uma delas (Barata, 2013). Nenhuma raça de bovino é superior em relação às outras em todas as características produtivas. Este facto confere uma vantagem aos produtores que fazem cruzamentos entre raças cujas características produtivas se complementem (Field & Taylor, 2016).

Por heterose ou vigor híbrido entende-se a diferença entre a média de uma característica avaliada nos filhos resultantes do cruzamento em relação à média desta mesma característica nos pais (Lopes, 2019).

O sistema de cruzamento deve ser definido de acordo com as raças disponíveis, procura do mercado, expectativa dos consumidores, condições ambientais no local de produção, entre outros (Field & Taylor, 2016). Para tirar o maior partido deste processo é fundamental conhecer o produto final desejado e que raças têm os requisitos requeridos para que se possam complementar (Lopes, 2019).

3.2. Raças em Estudo

3.2.1. Aberdeen Angus

A raça Aberdeen Angus teve origem no Norte da Escócia, nos condados de Aberdeenshire e Forfarshire, este último, anteriormente chamado condado de Angusshire (Stonaker, 1942). Esta é uma zona de topografia acidentada, para além de apresentar um clima frio e húmido na maior parte do ano. As condições edafoclimáticas dos condados de origem da raça conferiram-lhe uma elevada rusticidade (Esminger, 1973).

Hugh Watson of Keillor é considerado o principal fundador da raça. Entre 1818 e 1860, Watson escolheu 6 vacas e um touro de cor preta e sem cornos que pertenciam ao seu pai. Posteriormente, adquiriu no mercado de Trinity Muir, em Angusshire 10 novilhas e um touro,

também estes sem cornos. Pouco se sabe sobre os seus métodos de seleção, exceto que é considerado o responsável por garantir as características que são hoje particulares do Angus (Stonaker, 1942), coloração preta e ausência de cornos (figura 1).

Morfologicamente, a raça Aberdeen Angus, apresenta uma forma compacta, larga e cilíndrica, com forte musculatura (Esminger, 1973). Pode ser assim considerada de porte médio, com aptidão para carne (Phillips, 2010). É uma raça mocha, ou seja, sem cornos, um carácter de expressão dominante (Gama, 2002) e de pelagem preta, existindo também a variedade vermelha. A coloração vermelha foi mantida na população através do gene recessivo. Enquanto que em Portugal os bovinos Aberdeen Angus de coloração vermelha e preta são registados no mesmo Livro Genealógico (Aberdeen-Angus Portugal, 2018), nos Estados Unidos, em 1954, foi criada a associação *Red Angus Association of America*® (Field & Taylor, 2006).

Com bezerros de baixo peso ao nascimento, apresenta elevada facilidade de partos sendo, por este motivo, frequentemente utilizada em novilhas primíparas e, de acordo com a sua aptidão cárnea, apresenta boa produção leiteira (Minish & Fox, 1982). É uma raça também reconhecida pelo seu temperamento dócil, o que facilita ações de manejo (Aberdeen-Angus Portugal, 2018). A raça Aberdeen Angus é reconhecida por apresentar uma carne com um marmoreado elevado (Minish & Fox, 1982), sendo por este motivo associada a uma qualidade de carne superior (Phillips, 2010). Estas características levaram à forte expansão da raça a nível mundial (Field & Taylor, 2006), sendo a *American Angus Association*® a associação com mais bovinos de carne registados a nível mundial (American Angus Association, 2018).

Figura 1 - Exemplar Macho Raça Aberdeen Angus.



3.2.2. Charolesa

A raça Charolesa teve origem em França, nas províncias de Charolles e Nievre, na última parte do século XVIII. A sua pelagem é uniforme e varia entre a cor branca e creme, com mucosas claras (Lasley, 1963). É reconhecida pelo rápido crescimento e elevado peso vivo em adulto. Morfologicamente é uma raça de dimensões compridas e largas, com membros fortes e musculatura evidente e volumosa (Carbó, 1996).

Tendo sido selecionada para produção de carne, apresenta boa conformação de carcaça, pouca gordura subcutânea e ossos pesados (Associação Portuguesa da Raça Charolesa, 2018). Devido à sua capacidade produtiva, a raça Charolesa é muito utilizada em cruzamentos, no entanto, quando cruzada com novilhas de porte inferior, pode levar a problemas de parto (Carbó, 1996).

3.2.3. Limousine

A raça Limousine teve origem em França, nas regiões de Limousin e Marche. As grandes semelhanças entre esta raça e os desenhos de bovinos com 20 000 anos pintados nas grutas de Lascaux Cave, perto de Montignac, fazem crer na antiguidade da origem da raça (Oklahoma State University, 2018).

A proveniência de uma zona de solos pobres, acidentados e rochosos conferiu rusticidade à raça (Gadanhó, 2014). Morfologicamente, apresenta uma pelagem flava e uniforme, mais clara no ventre, ao redor dos olhos e focinho. Exibe uma cabeça caracteristicamente pequena e curta, assim como o pescoço. Em adulto é um animal corpulento, comprido e largo com o terço posterior desenvolvido e de membros finos (Carbó, 1996).

Há mais de um século que tem vindo a ser selecionada para produção de carne. Este facto, aliado à sua rusticidade, permitiram a dispersão da raça Limousine a nível mundial. Possui elevado potencial de crescimento e pouca gordura subcutânea (Barata, 2013). Comparativamente com a raça Charolesa, apresenta dimensões inferiores ao peso vivo em adulto, no entanto, devido aos ossos finos, tem elevado rendimento de carcaça. Possui também a vantagem de ter bezerros pequenos ao nascimento, tendo maior facilidade de partos (Carbó, 1996).

A raça Limousine chega a Portugal no ano de 1929. Atualmente, os animais são utilizados quer em linha pura quer em cruzamento, frequentemente com raças autóctones (Gadanhó, 2014).

3.2.4. Mertolenga

A raça Mertolenga teve origem na região de Mértola, pertencente ao distrito de Beja, Portugal. Sendo oriunda de uma zona com solos pobres e orografia acidentada é uma raça que apresenta elevada rusticidade (Associação Criadores Bovinos Mertolengos, 2012).

Foi originalmente utilizado como animal de tração e também boi de cabresto, ajudando no manejo dos animais de raça brava. Atualmente, a sua finalidade principal é a produção de carne em modo extensivo. Pode apresentar três pelagens que lhe são características: Malhado de vermelho, Unicolor (Vermelho) e Rosilho (Carreira, 2016).

É uma raça de tamanho médio, esqueleto fino, apresentando uma inferior produção de carne quando comparada com raças exóticas, e tem como particularidade um temperamento nervoso. Apesar da sua boa fertilidade e rusticidade, o efetivo puro sofreu um acentuado decréscimo tendo-se observado um considerável aumento das vacadas cruzadas (Carvalho, 2000).

Quando em cruzamento, esta raça tem um alto valor porque apresenta boas capacidades reprodutivas e produção leiteira regular, tendo vitelos com um peso de desmame consideravelmente elevado em relação ao peso das mães (Barata, 2013). A raça Mertolenga apresenta uma elevada rusticidade, tolerando bem épocas de carência alimentar, sem compromisso da fertilidade. A vaca Mertolenga apresenta facilidade de parto, instintos maternos acentuados, pelo que a taxa de vitelos desmamados é bastante alta quando considerando vacadas em extensivo (Quaresma, 2002).

Nos cruzamentos com raças exóticas, pretende-se aumentar a sua eficiência produtiva, pois apesar de bem adaptada às condições áridas em extensivo, é pouco eficiente em termos de crescimento (Carreira, 2016).

3.3. Índices Zootécnicos

Os produtores de carne bovina tomam regularmente decisões de gestão com impacto tanto na capacidade dos seus animais responderem às especificações do mercado, como na rentabilidade do seu negócio. A rentabilidade da atividade pecuária, como o é uma engorda de bovinos, traduz-se nos índices zootécnicos obtidos. Consequentemente, a recolha e análise destes dados é de extrema importância (Lopes, Cardoso & Demeu, 2009).

3.3.1. Ganho Médio Diário

O crescimento em animais é definido pelo acréscimo de proteína, gordura e osso na sua composição corporal. Apesar disto, o crescimento é geralmente medido como o aumento de peso vivo (Owens, Gill, Secrist & Coleman, 1995). O ganho médio diário (GMD) traduz o aumento de peso vivo por dia.

Um cálculo comum para obter o GMD, segue a seguinte fórmula:

$$\frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Em que [P2 – P1] = Peso final menos peso inicial e [T2 – T1] = Tempo final menos tempo inicial. É expresso numa unidade de peso por unidade de tempo, como quilograma por dia (kg/d) (Adaptado de Field & Taylor, 2014).

3.3.2. Índice de Conversão Alimentar

A rentabilidade na produção de carne, depende de *inputs* e *outputs* (Arthur et al., 2001). A alimentação dos animais é o segundo maior custo na maioria das engordas bovinas, sendo apenas ultrapassado pela aquisição do animal (Lopes & Magalhães, 2005). Devido à influência do custo do alimento na rentabilidade da produção de carne, melhorias na eficiência alimentar vão diminuir os *inputs* e melhorar a rentabilidade (Arthur et al., 2001). O termo eficiência implica uma relação entre gastos e ganhos: A razão entre a ingestão de matéria seca e o aumento de peso vivo num intervalo de tempo, é utilizada para medir esta eficiência alimentar ao calcular o índice de conversão alimentar (Carstens & Tedeschi, 2009).

O ICA pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Consumo de matéria seca}}{P_2 - P_1}$$

Em que o [Consumo de matéria seca] = total de matéria seca ingerido num intervalo de tempo e que [P2 – P1] = Peso final menos peso inicial, nesse mesmo intervalo. É expresso em unidades de peso como quilograma ingerido por quilograma ganho de peso vivo (Adaptado de Schunicht et al., 2003).

3.4. Carne – Definição

O termo “carne” está definido no *Codex Alimentarius* como: “Todas as partes de um animal que se destinam, ou foram julgadas como seguras e adequadas, ao consumo humano” (CODE OF HYGIENIC PRACTICE FOR MEAT1 - CAC/RCP 58-2005). Assim, esta definição abrange também as miudezas (Williams, 2007). Hui (2012), muito semelhantemente, define carne como “a fração comestível *post mortem* com origem nos animais vivos”.

Por outro lado, muitas vezes o termo “carne” é equivocadamente utilizado como sinónimo de “músculo” (Warriss, 2003; Hui, 2012). Isto acontece porque a carcaça de um animal é composta essencialmente por três partes: músculo, gordura e osso. Destes, o músculo assume maior relevância ao ser aquele que constitui a grande maioria do seu peso (Hui, 2012).

De forma geral, é razoável que o conceito carne seja utilizado para descrever o músculo e algum tecido conjuntivo e tecido adiposo que a este esteja ligado (Williams, 2007). Existe uma relação intrínseca entre a composição da carne e a sua qualidade. Neste contexto, importa discutir a estrutura e funções dos seus constituintes (Hui, 2012).

3.4.1. Composição do tecido muscular

O músculo, o maior percursor vivo da carne, é composto por aproximadamente 75% de água que, juntamente com cerca de 1% de minerais, constitui a sua componente inorgânica. Existem três categorias de componentes orgânicos com especial interesse: proteína (corresponde a cerca de 20%), gordura (3%) e hidratos de carbono (1%) (Warriss, 2003; Lawrie & Ledward, 2006; Toldrá, 2010).

Estas percentagens são meramente indicativas já que a proporção destes componentes, em especial a gordura, pode variar de forma significativa, segundo inúmeros fatores, como a alimentação, idade e genética animal, tipo de músculo analisado entre outros (Warriss, 2003; Toldrá 2010).

3.4.2. Estrutura do tecido muscular

A estrutura básica do músculo consiste em fibras musculares esqueléticas que são células alongadas, cilíndricas e multinucleadas com grande quantidade de filamentos citoplasmáticos compostos por proteínas (Warriss, 2003).

Esta morfologia permite a transformação da energia química em energia mecânica, através da utilização de moléculas de adenosina trifosfato (ATP) (Junqueira & Carneiro, 2017).

O músculo esquelético, formado por milhares destas fibras musculares, organiza-se em conjunto de feixes. Cada fibra muscular, paralelas ao seu eixo maior, encerra milhares de

miofibrilas: filamentos cilíndricos que percorrem a fibra na sua total extensão. Estas miofibrilas, por sua vez, são formadas por unidades de sarcômeros, sequencialmente repetidos. As proteínas principais que compõem as miofibrilas são a actina, miosina, troponina e tropomiosina (Junqueira & Carneiro, 2017).

3.4.3. Tecido Conjuntivo

O tecido conjuntivo tem um papel de suporte quer a nível estrutural quer funcional (Warner, Greenwood, Pethick & Ferguson, 2010). É composto por vários tipos celulares - tais como adipócitos e fibroblastos – e uma matriz extracelular, cuja principal proteína constituinte é o colagénio (Junqueira & Carneiro, 2017).

Presente nos músculos, esta matriz de tecido conjuntivo compõe uma camada que envolve o conjunto feixes musculares a que se dá o nome de epimísio. Já do epimísio, parte o perimísio: septos de tecido conjuntivo que separam os feixes. Entre as fibras musculares está o endomísio, uma camada fina também de tecido conjuntivo que as cobre.

Além deste suporte estrutural, o tecido conjuntivo tem importância funcional, já que serve de ponte de ligação entre as fibras musculares, propagando a força de contração muscular (Junqueira & Carneiro, 2017).

Com o envelhecimento do animal, existe um aumento gradual da estabilidade das ligações do colagénio, consequentemente, uma diminuição da tenrura da carne (Thu, 2006).

3.4.3.1. Tecido Adiposo

O tecido adiposo é um tipo de tecido conjuntivo constituído essencialmente pelos adipócitos. A localização da gordura pode ser subcutânea, intermuscular ou intramuscular, quer esta esteja depositada debaixo da pele, entre os músculos ou no seu interior, respetivamente (Junqueira & Carneiro, 2017).

3.5. Conversão do Músculo em Carne

Existem várias e importantes diferenças entre o músculo enquanto tecido vivo e funcional e a carne. O período que vai desde o abate do animal ao consumo da sua carne, compreende vários processos que melhoram as suas características organoléticas (Warriss, 2003). A conversão do músculo em carne pode ser um processo demorado, durante o qual qualquer ação tem o potencial de alterar a qualidade da carne (Hui, 2012).

Este processo tem início logo após o abate do animal, quando por falência do sistema circulatório sanguíneo, para o aporte de oxigénio ao músculo (Warriss, 2003). Enquanto ocorre esta conversão do músculo em carne, várias modificações sucedem-se: existe uma

gradual depleção da energia disponível e uma mudança de metabolismo aeróbio para anaeróbio, favorecendo a produção de ácido láctico (Toldrá, 2010).

3.5.1. Rigor Mortis

A aparição do *rigor mortis* ocorre depois da morte do animal e é caracterizada pela inextensibilidade e rigidez muscular. Imediatamente após o abate, o músculo não apresenta rigidez, até que todo o ATP disponível tenha sido consumido (Silva, 2017). Sem o efeito “plastificante” do ATP, as ligações entre as proteínas actina e miosina mantêm uma tensão contínua e, assim, os sarcómeros encurtam, tendo como consequência a rigidez muscular, e o *rigor mortis* inicia-se, num processo que, em carcaças de bovinos, pode demorar entre 24 a 40 horas. Posteriormente, existe uma resolução gradual do *rigor mortis* e aumento progressivo da tenrura da carne (Feiner, 2006).

3.5.2. Descida do pH

A diminuição do pH do tecido muscular *post mortem* é uma das alterações fundamentais no seu processo de conversão em carne. Esta alteração do pH tem consequência em vários parâmetros que se refletem na qualidade sensorial da carne (Warriss, 2003).

Com a morte do animal, ocorre a perda da competência circulatória e o aporte de oxigénio ao músculo cessa. O metabolismo aeróbio é então substituído pelo anaeróbio. O metabolismo anaeróbio do glicogénio implica a produção de ácido láctico pela redução do piruvato. O aumento do ácido láctico nos músculos reduz o pH muscular de 7 - 6,8 para 5,4 – 5,8 (Toldrá, 2010; Hui, 2012).

3.5.2.1. Carne DFD

A carne DFD (*Dark, Firme and Dry*), define-se como aquela que tem um pH final, medido entre as 12 e as 48h *post mortem*, igual ou superior a 6. A carne DFD é causada pela depleção de glicogénio no período *ante mortem* (Warriss, 2003). Pode ter origem, por exemplo, no stress experimentado pelos animais vivos antes do abate: se o glicogénio se esgota por stress antes do abate então a quantidade de ácido láctico formado é inferior e a carne não acidifica de modo normal sendo o pH final elevado (Węglarz, 2010).

O pH elevado tem como resultado uma desnaturação insuficiente das proteínas do músculo e, desta forma, as miofibrilas mantêm a sua estrutura unida. O músculo, com a sua estrutura fechada, absorve mais luz do que reflete, ficando com a aparência escura característica da carne DFD. Para além disto, a estrutura fechada também impede a difusão do oxigénio. Como resultado, a capa superficial fina da carne tem uma aparência vermelha (oximioglobina ou

mioglobina oxigenada) que permite visualizar a camada subjacente de cor purpura escura (desoximioglobina ou mioglobina reduzida) (Warriss, 2003). A capacidade de retenção de água é elevada em carne DFD, já que a água se mantém fortemente unida, formando-se pouco ou nenhum exsudado. A carne DFD apresenta um elevado potencial de alteração, pois o seu pH elevado favorece o crescimento bacteriano (Lawrie & Ledward, 2006; Muchenje et al., 2009). Para além disto, pela cor que apresenta, é altamente rejeitada pelo consumidor no momento de compra (Węglarz, 2010).

3.5.3. Capacidade de Retenção de Água

A maioria da água da carne está entre os filamentos das miofibrilas. A contração ou expansão destes filamentos, causadas por interações entre a actina e a miosina, são responsáveis pela eliminação ou captação desta água (Warriss, 2003).

Durante o estabelecimento do *rigor mortis*, a contração muscular existente leva a libertação de água pelas fibras musculares (Paredi, Raboni, Bendixen, Almeida, & Mozzarelli, 2012). A quantidade deste exsudado formado, depende da Capacidade de Retenção de Água da carne (CRA). Assim, podemos definir CRA ou *Water Holding Capacity* (WHC) como a capacidade da carne reter a sua água quando sobre ela é exercida uma força (Warriss, 2003).

São descritas três razões pelas quais a CRA é importante no valor tecnológico da carne: 1) A água libertada pela exsudação, provocada por uma baixa CRA deteriora o aspeto da carne, fundamental no ato de compra. Principalmente no embalamento em *cuvette* da carne, onde a água de exsudação fica acumulada. 2) Perdas por exsudação significam perdas de peso, o que por sua vez significa perda de rendimento de produto. 3) Uma baixa CRA afeta de forma negativa a suculência da carne depois de cozinhada. Há uma grande perda de fluídos durante a cozedura o que pode resultar numa carne seca e sem suculência (Warriss, 2003).

3.5.4. Estimulação Elétrica das Carcaças

A eletroestimulação das carcaças, envolve a transmissão de uma corrente elétrica na carcaça dos animais imediatamente após o abate. Esta pode ser de alta voltagem (Voltagem > 100 V) ou baixa voltagem (Voltagem <100V) (Hui, 2012). Esta estimulação elétrica acelera o processo de glicólise *post mortem* (Lawrie & Ledward, 2006) levando a uma descida mais rápida do pH (Crouse, Seldeman & Cross, 1985), ao aumento do índice fragmentação miofibrilar (Paredi et al., 2012). Assim, a estimulação elétrica, particularmente a de alta voltagem, está associada a uma melhoria da qualidade organolética da carne, sobretudo no

que diz respeito à sua tenrura (Špehar, Vincek, & Žgur, 2008).

3.5.5. Encurtamento pelo frio

Para prevenir o desenvolvimento microbiano, é necessária a refrigeração das carcaças após o abate (Špehar et al., 2008). No entanto, se o declínio da temperatura for muito rápido, e o processo de glicólise lento, o *rigor mortis* não se completa antes do arrefecimento da carcaça: ocorre o chamado encurtamento pelo frio, que tem como consequência o aumento da rigidez da carne. Para prevenir este efeito, temperaturas de carcaça abaixo dos 7°C não deveriam ser atingidas enquanto os valores de pH ainda forem superiores a 5,8 – 6 (Feiner, 2006).

Carcaças com maior gordura, principalmente subcutânea, permitem que o músculo arrefeça mais lentamente quando sujeito a temperaturas de refrigeração prevenindo este fenómeno (Priolo, Micol, & Agabriel, 2001). Também através de uma correta electroestimulação este processo de encurtamento pelo frio pode ser evitado. A aceleração da glicólise *post mortem* através da electroestimulação da carcaça acelera o processo de *rigor mortis* e, consequentemente, a descida de pH, podendo a carcaça ser sujeita à refrigeração mais rapidamente (Lawrie & Ledward, 2006).

3.5.6. Maturação

O processo de manter a carne, pós *rigor mortis*, a temperatura de refrigeração (perto dos 0°C) num período variável de tempo, que pode ser considerado entre 7 a 28 dias, traduz a maturação da carne (Andrighetto et al., 2006). Com maior tempo de maturação, o índice de fragmentação miofibrilar aumenta e, assim, aumenta a tenrura da carne (Wulf et al., 1996). Esta fragmentação resulta da atividade de enzimas proteolíticas presentes nos músculos, predominantemente calpaínas, cujo papel no tecido vivo é a contínua rutura e reciclagem das proteínas (Warriss, 2003; Weiner, 2006). Para além de facilitar o corte mecânico da carne, o relaxamento dos sarcómeros por quebra das proteínas que o compõem, permite o retorno de alguma água de exsudação anteriormente expelida no *rigor mortis* (Toldrá, 2010).

No entanto, é necessário ter em conta que manter a carne armazenada e a uma temperatura de refrigeração é dispendioso. Inclui o preço do espaço de armazenamento, o custo de refrigeração e a inevitável perda de peso da carcaça através da exsudação (Warriss, 2003).

3.6. Características de Carcaça

3.6.1. Carcaça – Definição

O REGULAMENTO (CE) N.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do conselho de 29 de Abril de 2004 define carcaça como: “corpo de um animal depois do abate e da preparação”.

Após o atordoamento e sangria do animal, a preparação da carcaça é o processo que inclui a descorna, esfolagem, remoção da cabeça e extremidades podais, e evisceração. Segue-se o acabamento da carcaça, através da remoção da gordura subcutânea em excesso de acordo com os requisitos de especificação de produto acordados com o matadouro pelo cliente.

3.6.2. Rendimento de Carcaça

O rendimento de carcaça (RC) é de extrema importância já que determina o preço pago ao produtor e é calculado pela razão percentual entre o peso de carcaça e o peso vivo de abate (Owens & Gardner, 2000), através da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Peso de Carcaça (Kg)}}{\text{Peso Vivo (Kg)}} \times 100 = \text{Rendimento de carcaça (\%)}$$

O peso de carcaça varia conforme esta seja pesada a quente ou fria (depois do enxugo), numa relação que Craplet (1966) refere como aproximadamente 2% inferior neste último caso. Vários são os fatores que afetam o rendimento de carcaça, como o tipo de alimentação, a idade e o peso ao abate, o género e a raça (Owens & Gardner, 2000).

3.6.3. Classificação de Carcaças

A classificação de carcaças na Europa segue a grelha de classificação do anexo IV do Regulamento (UE) n. 1308/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de dezembro de 2013. As carcaças são classificadas segundo categorias, conformação e estado de gordura (tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1 - Categorias de Classificação de Carcaças de Bovinos - Adaptado do anexo IV do Regulamento (UE) n. 1308/2013

| Categorias | |
|-------------------|--|
| Z | Carcaças de animais de idade igual ou superior a 8 meses, mas inferior a 12 meses. |
| A | Carcaças de animais machos não castrados de idade igual ou superior a 12 meses, mas inferior a 24 meses. |
| B | Carcaças de animais machos não castrados de idade igual ou superior a 24 meses. |
| C | Carcaças de animais machos castrados de idade igual ou superior a 12 meses. |
| D | Carcaças de fêmeas que tenham parido. |
| E | Carcaças de outras fêmeas de idade igual ou superior a 12 meses. |

Tabela 2 - Classificação de conformação (Cl.Conf.) de carcaças de bovinos - Adaptado do anexo IV do Regulamento (UE) n. 1308/2013

| Conformação – Escala SEUROP | |
|---|---|
| Definida pelo desenvolvimento dos perfis da carcaça, nomeadamente das suas partes essenciais (coxa, dorso, pá). | |
| S - Superior | Todos os perfis extremamente convexos; desenvolvimento muscular excecional com duplos músculos. |
| E - Excelente | Todos os perfis convexos a superconvexos; desenvolvimento muscular excecional. |
| U - Muito Boa | Perfis em geral convexos, forte desenvolvimento muscular. |
| R - Boa | Perfis em geral retilíneos; bom desenvolvimento muscular. |
| O – Média | Perfis retilíneos a côncavos; desenvolvimento muscular médio. |
| P – Fraca | Todos os perfis côncavos a muito côncavos; reduzido desenvolvimento muscular. |

Tabela 3 - Classificação de estado de gordura (Cl.Gord) de carcaças de bovinos - Adaptado do anexo IV do Regulamento (UE) n. 1308/2013

| Estado de Gordura | |
|--|--|
| Quantidade de tecido adiposo no exterior da carcaça e na cavidade torácica | |
| 1 - Fraco | Cobertura de gordura inexistente a muito fraca. |
| 2 - Leve | Leve cobertura de gordura, com músculos quase sempre aparentes. |
| 3 - Médio | Músculos quase sempre cobertos de gordura, com exceção dos das coxas e da pá; reduzidos depósitos de gordura na cavidade torácica. |
| 4 - Forte | Músculos cobertos de gordura, mas ainda parcialmente visíveis ao nível das coxas e da pá; alguns depósitos pronunciados de gordura na cavidade torácica. |
| 5 – Muito Forte | Carcaça coberta por uma camada de gordura; depósitos substanciais de gordura na cavidade torácica. |

Os estados membros estão autorizados a subdividir as classes de conformação e estado de gordura, até três subposições: Esta subdivisão é feita pela adição dos símbolos “+” e “-”, quer a carcaça esteja mais próxima da classificação superior, ou inferior, respetivamente.

3.7. Qualidade de Carne – Definição

Existem variadas definições na literatura para qualidade: quer nos estejamos a referir à carne, quer a outros produtos. É consensual, no entanto, afirmar que a qualidade tem uma dimensão objetiva e uma subjetiva: A qualidade objetiva de um produto define as suas características físicas enquanto a qualidade subjetiva é a qualidade percecionada pelo consumidor (Grunert, 2005). Particularmente em relação à carne de bovino, a qualidade tem uma grande importância como forma de competitividade (Fontes, Pinto, & Lemos, 2011).

Purslow (2017), define qualidade de carne como o conjunto de propriedades que identificam o que procuramos quando adquirimos carne, quando a consumimos ou quando a utilizamos como matéria-prima para processamento. Conforme variam as preferências pessoais e sociais, assim podem variar as propriedades que associamos a qualidade de carne.

Para além dos parâmetros intrínsecos da carne, tais como a cor, o cheiro, a tenrura e a suculência, cada vez mais ganham importância parâmetros extrínsecos. O consumidor procura outras características que associa a qualidade de carne e que não podem ser detetadas sensorialmente, pelo que são definidas como parâmetros extrínsecos. Entre estes encontram-se, por exemplo, o bem estar-animal e a sustentabilidade ecológica no sistema de produção. (Grunert, 2005) Regra geral, consumidores de países com rendimentos mais

elevados atribuem maior relevância a estes fatores (Purslow, 2017).

Depois de avaliar a informação que recebe sobre o produto em questão (características intrínsecas e extrínsecas) o consumidor cria uma expectativa sobre o mesmo. Aqui chegamos ao conceito de qualidade esperada do produto, que determina a decisão de compra. (Fontes et al., 2011). A diferença entre a qualidade esperada e a qualidade experimentada após a compra, isto é, a confirmação ou não das expectativas é o principal determinante de satisfação do consumidor. Esta confirmação tem especial importância em produtos adquiridos pela primeira vez, quando a qualidade esperada não tem termo de comparação numa experiência anterior, sendo um ponto crucial para o produto se tornar um sucesso, ou não (Grunert, 2005).

3.8. Características Sensoriais da Carne

3.8.1. Cor

A aparência do produto é muitas vezes o único atributo no qual é baseada a decisão da sua compra ou consumo (Meilgaard, Civille & Carr, 2007). Enquanto percebida pelo olho humano, a cor representa uma experiência sensorial e, por essa razão, é um parâmetro subjetivo, já que é influenciada pelas características pessoais do observador (Hui, 2012). A cor da carne, que o consumidor associa ao seu grau de frescura, é um fator fundamental na decisão de compra (Sepúlveda, Maza, & Mantecón, 2008; Muchenje et al. 2009) e qualquer desvio da cor considerada normal influencia esta decisão (Bratzler, 1971).

Desde o sistema de produção até acontecimentos *post mortem*, muitos são os fatores que afetam as variações de cor da carne, tais como: espécie e genética animal, sexo, idade, tipo de alimentação e suplementação, alojamento em extensivo ou intensivo ou stress no período de pré-abate (Hui, 2012).

O que determina a cor da carne é o tipo e quantidade de pigmentos presentes no músculo e o arranjo das fibras que o compõem, fundamental ao nível da penetração da luz (Hui, 2012). A cor vermelha púrpura do músculo deriva da mioglobina, uma proteína conjugada que serve ao armazenamento de oxigénio. As principais diferenças na cor da superfície da carne são devidas ao estado químico da mioglobina no momento da observação. Após a exposição da mioglobina ao ar, e consequente oxigenação, ocorre a sua conversão em oximioglobina, desenvolvendo-se a cor vermelha viva característica da carne. Por outro lado, se ocorrer uma oxidação da mioglobina, forma-se a metamioglobina que confere uma cor castanha à carne (Lawrie & Ledward, 2006).

3.8.1.2. Métodos de Avaliação da Cor

Para medição da cor, podemos recorrer a métodos humanos ou instrumentais (Young, Priolo, Simmons & Weast 1999). O sistema de visão humano trabalha mais como comparador do que como sensor absoluto. A utilização de um painel de avaliação de cor é possível e comumente utilizada para estudos de mercado, geralmente baseado numa referência de cores e regras específicas. No entanto, este método tem as suas limitações e não permite respostas mais objetivas como as que são obtidas quando se recorre a instrumentos. Mesmo assim, e apesar de os métodos instrumentais serem mais precisos, resultados diferentes podem ser consequência de condições experimentais diferentes, como por exemplo, a cor de fundo pode influenciar substancialmente os resultados, assim como a luz incidente no produto. Isto significa que qualquer avaliação de cor deve ser feita em condições *standard* e através de métodos de referência (Hui, 2012).

Para este trabalho, importa descrever o sistema CIELAB, o método experimental utilizado. A *Commision Internationale de l'Eclairage* (CIE) especificou uma escala de cor denominada CIELAB. Os três parâmetros de cor utilizados são: L^* , a^* e b^* . Qualquer grupo de valores de L^* , a^* e b^* define com exatidão um ponto na esfera de cor tridimensional (Warriss, 2003). L^* representa a componente de luminosidade, com o zero (0) associado ao preto, isto é, completa absorção da luz e o cem (100) ao branco, completa reflexão. A^* indica o nível de vermelho ou verde, já que são cores complementares, e é definido entre o -60 (puro verde) ao 60 (puro vermelho). E, por fim, o b^* indica o amarelo (60) ao azul (-60). Este método permite também medir a saturação de cor, através de $(a^{*2}+b^{*2})^{-2}$ e uma análise comparativa em que os valores delta (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) correspondem à diferença de uma amostra para outra (Hui, 2012).

As amostras de carne necessitam de ter um mínimo de 1 cm de espessura, para que a luz incidente não as atravesse. Devem ser expostas ao ar por um período de tempo suficiente para que se produza a oxigenação dos pigmentos da superfície, o que requer no mínimo 15 minutos (Warriss, 2012).

3.8.2. Tenrura e *Flavour*

Sensorialmente, o aspeto mais importante da qualidade de carne é a qualidade no seu consumo, isto é, a sua palatabilidade, descrita como o nível global de satisfação quando a carne é ingerida (Wood, 1995). Esta satisfação pode ser traduzida pela combinação dos efeitos da tenrura, suculência, sabor e aroma da carne no momento em que é consumida (Bratzler, 1971).

Monin (1991) define tenrura como a facilidade com que a carne é mastigada. No entanto, ao contrário da simplicidade da sua definição, a tenrura da carne resulta de um processo

complexo, influenciado por inúmeros fatores (Hui, 2012), vários deles já descritos anteriormente neste trabalho. Para além disto, a percepção de tenrura ao nível sensorial resulta também da combinação de características complexas (Toldrá, 2010). A percepção humana de tenrura e suculência parecem estar interrelacionadas: a carne suculenta é percecionada como mais tenra (Wood, 1995).

Importa tentar compreender estes processos, no sentido em que o consumidor avalia a tenrura como um dos fatores mais determinantes na qualidade da palatabilidade da carne (Nieto & Martins, 2003; Paredi et al. 2012). Para além disto, a tenrura da carne de bovino continua a ser um dos maiores desafios para a indústria sobretudo porque continua a existir uma grande variabilidade no que diz respeito ao produto final apresentado ao consumidor (Warriss, 2003). Mecanicamente, a tenrura é consequência da arquitetura das fibras musculares no momento da mastigação (Hui, 2012). Os vários fatores que têm influência nesta arquitetura da carne começam no animal, tais como: a espécie, raça, idade, sexo e músculo em análise. Segue-se o sistema de produção, intensivo ou extensivo, o tipo de alimentação, suplementação nutricional (Warriss, 2003) e até o manejo e bem-estar animal a este associado (Grandin, 2000). Também a temperatura de refrigeração da carcaça, pH, tempo de maturação, entre outros, têm o potencial de influenciar as características do produto final (Wood, 1995). As múltiplas interações entre todos estes mecanismos afetam a tenrura final da carne, sendo difícil separar o efeito de cada fator individualmente (Hui, 2012).

Sabor e odor estão também associados sensorialmente (Wood, 1995), no que se pode descrever como *flavour*. O *Flavour* resulta da combinação dos sabores e odores que derivam dos componentes da carne e é também influenciado pela aparência, e textura (Lawrie & Ledward, 2006). A gordura tem grande impacto no *flavour*, já que quando aquecida é uma precursora de libertação de odores e origina intensificação dos sabores (Thu, 2006).

3.8.3. Gordura e Características Sensoriais da Carne

A influência da gordura na qualidade de carne tem sido amplamente estudada (Warner et al., 2010). Apesar de os resultados não se apresentarem sempre consistentes (Hui, 2012), vários estudos sugerem que a quantidade de gordura intramuscular afeta positivamente as qualidades sensoriais da carne (Wood, 1995; Nieto & Martins, 2003; Ladeira et al., 2016). O marmoreado tem demonstrado ser um bom indicador de palatabilidade, principalmente no que diz respeito à suculência e ao *flavour* (Thu, 2006; Paredi et al. 2012).

Enquanto vários autores (Wood, 1995; Lawrie & Ledward 2006) utilizam o termo “gordura intramuscular” como sinónimo de “marmoreado” para Warner et al. (2010) e também para Hocquette et al. (2010) não representam o mesmo conceito. Estes definem o marmoreado da carne como a aparência, que se pode traduzir numa pontuação visual, de quantidade de manchas ou pontos devidos à deposição de gordura no músculo. Já a gordura intramuscular

descrevem como a quantidade de gordura dentro do músculo que pode ser quantificada quimicamente. Embora conceitos diferentes, é plausível concluir que o marmoreado da carne é consequência do seu conteúdo em gordura intramuscular.

Wood (1995), sugeriu os motivos pelos quais o marmoreado pode influenciar positivamente a tenrura, suculência e *flavour* da carne (tabela 4).

Tabela 4 - Adaptado de: Wood, J.D. (1995). *The Influence of Carcass Composition on Meat Quality*.

| Possível influência do marmoreado na palatabilidade da carne | |
|---|--|
| Tenrura | <ul style="list-style-type: none"> - Diluição da resistência das proteínas miofibrilares pelo papel diluidor da gordura, que reduz a força de corte: A gordura entre as fibras musculares produz uma estrutura menos rígida. - As fibras musculares são mais facilmente separadas à mastigação quando o perimísio contém mais gordura. |
| Suculência | <p>A gordura promove a produção de saliva na boca, o que auxilia à mastigação. Suculência e tenrura estão relacionadas, o papel lubrificante da gordura influencia ambos os factores.</p> <p>A gordura reduz a perda de água durante a cozedura.</p> |
| Flavour | O <i>flavour</i> resulta de processos químicos que envolvem os lípidos. |

Já a gordura subcutânea e intermuscular podem isolar os músculos durante o arrefecimento rápido da carcaça e prevenir o fenómeno de encurtamento pelo frio (Wood, 1995; Priolo, 2001).

3.8.4. Genética e Características Sensoriais da Carne

Diferenças entre raças, e mesmo variações dentro da mesma raça, podem influenciar as características da carne (Nieto & Martins, 2003). Wulf et al (1996) encontraram evidências de que o marmoreado da carne e a atividade da calpastatina – fundamentais na tenrura da carne - são influenciadas pelo genótipo do animal.

O sistema calpaínas, composto pelas proteases μ -calpaína e a m-calpaína, é responsável pela fratura das estruturas das miofibrilas. Já a calpastatina, é uma proteína cuja função é inibir as duas calpaínas. Este sistema é fundamental no processo de maturação da carne através da degradação das proteínas miofibrilares (Carolino, 2015). Wulf et al (1996) encontrou também uma correlação negativa entre a atividade da calpastatina e o nível de marmoreado da carne, o que sugere que a quantidade de gordura intermuscular tem um efeito potenciador da tenrura da carne ao promover a proteólise.

Raças de maturação precoce, tais como a Aberdeen Angus, iniciam a deposição de gordura

mais cedo, tendendo a apresentar maior quantidade de gordura a uma idade de abate determinada (Warriss, 2003) e são reconhecidas por exibirem um elevado marmoreado da carne (Thu, 2006). Já outras raças como Limousine ou Charolesa produzem carcaças mais magras a um peso de abate determinado, no entanto, atingem esse peso mais rapidamente (Lawrie & Ledward, 2006).

3.8.5. Painéis Sensoriais

Para algumas avaliações, não existe uma alternativa à utilização do critério de um painel sensorial. Só as sensações humanas conseguem aperceber-se de alguns atributos da carne como a suculência e consistência à mastigação, aroma e também as múltiplas interações entre estes mecanismos (Warriss, 2003).

3.8.6. Força de Corte

Estão descritos vários métodos para avaliar instrumentalmente a tenrura da carne. São as denominadas provas de compressão ou provas de força de corte (Warriss, 2003). Um método de uso muito comum é a prova de Warner – Bratzler. O conceito deste método e o instrumento a ele associado foi desenvolvido pelos Norte Americanos K.F. Warner e L.J. Bratzler (Pereira, 2016).

A força necessária para cortar a amostra é registada durante toda a análise e comparada numa escala. As fibras musculares devem estar num ângulo reto em relação ao plano de corte. Durante a prova, todas as amostras devem ser mantidas à mesma temperatura (Warriss, 2003).

4. Materiais e Métodos

O presente estudo teve duas vertentes, tendo sido realizados dois ensaios experimentais simultaneamente.

Estudo experimental 1) – Efeito da raça paterna Aberdeen Angus em cruzamento com Limousine:

Para este efeito foram selecionados quatro grupos de animais:

- 13 Machos - Pai Limousine X Mãe Limousine (LL);
- 13 Fêmeas - Pai Limousine X Mãe Limousine (LL);
- 13 Machos - Pai Angus X Mãe Limousine (AL);
- 13 Fêmeas - Pai Angus X Mãe Limousine (AL);

Estudo experimental 2) – Efeito de diferentes linhas maternas: Limousine, Charolesa e Mertolenga, em cruzamento com Aberdeen Angus:

Para este efeito foram selecionados seis grupos de animais:

- 13 Machos - Pai Angus X Mãe Limousine (AL);
- 13 Fêmeas - Pai Angus X Mãe Limousine (AL); (os mesmos 26 animais do estudo experimental 1)
- 13 Machos - Pai Angus X Mãe Charolesa (AC);
- 13 Fêmeas - Pai Angus X Mãe Charolesa (AC);
- 13 Machos - Pai Angus X Mãe Mertolenga (AM);
- 13 Fêmeas - Pai Angus X Mãe Mertolenga (AM);

Perfazem, na sua totalidade, 104 animais em estudo.

4.1. Instalações

O estudo teve lugar na engorda sita em Barcelos da empresa BestFarmer que, com um efetivo de aproximadamente 1000 animais, se dedica à engorda de bovinos cruzados de Aberdeen Angus. Esta exploração divide-se em 5 pavilhões, sendo cada pavilhão constituído por 10 parques. Excluídos os parques das extremidades dos pavilhões, para diminuir a possível influência de condições ambientais, cada grupo de 13 animais em estudo, foi alojado separadamente por parque, de acordo com a sua raça e sexo. Foi realizado entre 21 de outubro de 2015 (dia de entrada dos primeiros animais em estudo na engorda) e 28 de agosto de 2016 (data da última desmancha de carcaças).

4.2. Animais

Para selecionar os animais em estudo, todos os animais presentes na exploração foram tipificados de acordo com a sua raça. Dentro dos bovinos cruzados de Aberdeen Angus e de acordo com a raça, sexo e idade de entrada à engorda aproximada, os animais em estudo foram escolhidos aleatoriamente, dentro dos elegíveis presentes na exploração. Foram adquiridos 13 machos e 13 fêmeas de raça Limousine.

Todos os animais foram pesados à entrada (peso inicial) e saída (peso final) da exploração. Foi assim possível determinar o seu Ganho Médio Diário.

Cálculo do Ganho Médio Diário (GMD) – kilograma por dia:

$$\text{GMD (kg/d)} = \frac{\text{Peso final(kg)} - \text{Peso inicial(kg)}}{\text{Dias à engorda}}$$

4.3. Regime Alimentar

Os 104 animais em estudo foram sujeitos ao mesmo tipo de alimentação, distribuição e formulação alimentar. Composta por uma mistura de concentrado e palha de trigo, a alimentação foi distribuída uma vez por dia através de *Unifeed*. Diariamente, foi avaliada a quantidade de alimento em falta ou em sobra por parque e calculada a quantidade a distribuir

no dia seguinte. A quantidade de alimento distribuída por parque foi pesada e registada diariamente. Desta forma foi possível determinar o consumo alimentar por parque, e, dividindo o consumo total por parque pelo número de animais presentes, ratear o índice de conversão alimentar por animal:

Cálculo do Índice de Conversão Alimentar (ICA) – Kilograma por kilograma:

$$\text{ICA (kg/kg)} = \frac{\text{Consumo total (kg)}}{\text{Peso final do animal (kg)} - \text{Peso inicial do animal (Kg)}}$$

$$\text{Consumo total (kg)} = \frac{\text{Quantidade total de alimento distribuido no parque (kg)}}{\text{Número de animais por parque}=13}$$

4.4. Abate

Os 104 animais em estudo foram seleccionados para abate com base nos mesmos critérios: peso de saída, índice de conversão e ganho médio diário. Foram abatidos entre 20 de Maio e 23 de Agosto de 2016. Ficaram uma média de 204 dias à engorda.

Todos os animais foram abatidos no matadouro Santacarnes, em Santarém. O processo de atordoamento é feito através de tiro com pistola de êmbolo retráctil e perfurante, na região cefálica frontal. É em seguida realizada a sangria. As carcaças foram sujeitas a estimulação eléctrica de baixa voltagem (45 a 60 volts). Foi registado o peso de carcaça.

Seguindo a cadeia de abate, as carcaças foram seccionadas longitudinalmente e separadas em duas metades: hemi-carcaças. As hemi-carcaças são armazenadas a uma temperatura de aproximadamente 4°C, em câmara frigorífica. O tempo de maturação foi em média de 3 dias, seguindo depois as carcaças para a sala de desmancha da Montebravo, em Torres Novas.

4.4.1. Rendimento de Carcaça

Através do registo do peso comercial das carcaças e peso de saída para abate dos animais, foi possível determinar o rendimento de carcaça (RC) por animal.

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \frac{\text{Peso de Carcaça (Kg)}}{\text{Peso Vivo Final (Kg)}}$$

4.4.2. Classificação de Carcaças

Para ser possível a análise estatística da classificação de carcaças feita em matadouro relativa a conformação e gordura, foi feita uma conversão destas classificações para uma escala numérica de 1 a 5 (tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Correspondência entre classificação de carcaça de matadouro relativa a conformação e pontuação numérica associada.

| Classificação de conformação | Correspondência numérica associada |
|-------------------------------------|---|
| E | 5 |
| U | 4 |
| R | 3 |
| O | 2 |
| P | 1 |

Tabela 6 - Correspondência entre classificação de carcaça de matadouro relativa a gordura e pontuação numérica associada.

| Classificação de Gordura | Correspondência numérica associada |
|---------------------------------|---|
| 2 | 2 |
| 2+ | 2,5 |
| 3- | 2,5 |
| 3 | 3 |
| 3+ | 3,5 |
| 4- | 3,5 |
| 4 | 4 |
| 4+ | 4,5 |

4.5. Recolha de Amostras

A cada bovino em estudo foram recolhidos dois bifes da vazia (músculo *Longissimus lumborum*), um fino e um grosso, com 1 cm e 3 cm de altura, respetivamente (figura 2).

Figura 2 - Exemplo de amostras recolhidas: bife com 1cm de altura e bife com 3 cm de altura.



A recolha teve lugar na sala de desmancha, em Torres Novas. O protocolo inicial determinava a recolha de duas amostras por animal em estudo, ou seja, por cada grupo de 13 animais em estudo seriam recolhidos 26 bifes. No entanto, no processo de recolha na sala de desmancha, foi perdida a identificação de algumas amostras, pelo que de cada grupo de 13 animais, foi possível recolher bifes a 12 animais, num total de 24 bifes por grupo (12 finos e 12 grossos). Em suma, foram recolhidos 192 bifes da vazia (96 com 1 cm de altura e 96 com 3 cm de altura).

Cada amostra foi identificada segundo o seu grupo genético (inicial da raça paterna, seguida da inicial raça da materna), sexo (inicial de Feminino ou Masculino) e numerada (de 1 a 13) para ser possível a rastreabilidade ao SIA do respetivo animal (figura 3).

Exemplificando, uma fêmea (F) de raça mãe Limousine (L) e pai Limousine (L) seria identificada como: LL F. Um macho (M) cruzado de Angus (A) com Mertolenga (M): AM M.

Todas as amostras foram embaladas a vácuo (figura 4) e, o método de conservação para posterior análise, foi a congelação a uma temperatura de -20 °C.

Figura 3 - Identificação das amostras.



Figura 4 - Conservação a vácuo das amostras.



4.6. Preparação das Amostras

Os bifes finos (1 cm de altura) tiveram como destino determinação de pH e cor. Para isto, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e aparada a gordura periférica (figura 5 e 6).

Figura 5 - Preparação das amostras.



Figura 6 - Preparação das amostras.



4.7. Determinação de pH

A medição foi feita através de um potenciômetro portátil com eletrodo perfurante, marca HANNA HI99163 e teve lugar na Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa. O pH final de cada amostra foi calculado através da média aritmética de duas medições, após calibração do aparelho. Este processo de determinação foi realizado em conformidade com a Norma Portuguesa 3441, de 2008.

Figura 7 - Processo de medição do pH.



4.8. Determinação de Cor

As amostras foram expostas ao ar durante uma hora, previamente à medição de cor, de modo permitir a sua oxigenação. Para determinação de cor, foi utilizado o colorímetro Minolta CR 300 colorimeter (Konica Minolta Holdings Inc, Japan) e as medições tiveram lugar no laboratório de Tecnologia Alimentar da Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa. Os resultados expostos estão de acordo com a *Commission International de l'Eclairage*, e foram determinados: L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha), b* (intensidade da cor

amarela). Por cada amostra foram realizadas duas medições e determinada a cor final pela sua média aritmética.

Figura 8 - Processo de determinação objetiva de cor.



4.9. Análise Sensorial e Força de Corte

Dos 12 bifes grossos (3 cm de altura) recolhidos a cada grupo em estudo, 6 foram analisados por painel de provadores e os outros 6 utilizados para determinação de força de corte. As análises foram realizadas no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) sob orientação do Doutor João Marques de Almeida.

4.9.1 Força de Corte

As amostras sujeitas à determinação de força de corte foram descongeladas durante aproximadamente 20 horas, à temperatura de 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$). Foram cortadas em formato de paralelepípedo com peso de 150 g (± 25 g), seguindo-se a cocção em água a 80°C, até atingirem os 75°C no ponto mais frio. Foi monitorizada temperatura com termopares tipo T (1,2 mm Ø) e potenciômetro Ellab ctd85. Depois de arrefecidas em gelo fundente, as amostras foram embaladas a vácuo e mantidas a temperatura de refrigeração durante aproximadamente 20h. Depois de estabilizadas à temperatura ambiente, as amostras foram seccionadas em paralelepípedos de 1 cm², para permitir o seu corte perpendicular ao sentido longitudinal das fibras musculares.

Foi utilizado o texturómetro TA-HDi, com o Software Texture Expert Exceed v.2.64 (Stable Micro Systems, Surrey, UK). O texturómetro contém uma célula de 50kgF, uma lâmina de 2mm de espessura, tipo Warner Blatzer. Há uma deslocação da lâmina a 1 mm por segundo,

após detecção da amostra, até 3 cm de extensão. O valor apresentado de força de corte, expresso em kgF (quilograma força) corresponde à força máxima registada durante o corte da amostra. Foram realizadas por amostra, no mínimo, 10 determinações.

4.9.2 Painei Sensorial

Foram selecionados 10 provadores para membros do painel de análise sensorial. Pertencem a um grupo alargado de provadores habilitados e com apetência para análises descritivas alimentares.

As amostras foram descongeladas à temperatura de 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) durante aproximadamente 20 horas. Foram de seguida cortadas em formato de paralelepípedo com cerca de 150g, grelhadas entre duas superfícies de aquecimento rápido (de 18 cm de diâmetro e 200W) que estavam pré aquecidas e com termostato para os 150°C. Foram grelhadas até atingirem os 70°C no seu ponto mais frio. Durante a realização da prova pelo painel, as amostras foram mantidas a aproximadamente 45°C. Foi avaliada suculência, tenrura, intensidade do *flavour* e aceitação global, numa escala de 1 a 8 em que pontuações extremas têm a seguinte correspondência:

Tabela 7 - Correspondência entre pontuação âncora e descrição sensorial. Adaptado de AMSA, 2016.

| | 1 | 8 |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Suculência | Extremamente Seco | Extremamente Suculento |
| Tenrura | Extremamente Duro | Extremamente Tenro |
| Intensidade do <i>flavour</i> | Extremamente Suave | Extremamente Intenso |
| Aceitação global | Extremamente Inaceitável | Extremamente Aceitável |

4.10. Análise Estatística

Os dados recolhidos foram reunidos e processados em folha de cálculo Microsoft Excel® .

A análise estatística foi realizada recorrendo ao Procedimento GLM (General Linear Model) do SAS (Statistical Analysis System) 2004®.

O modelo estatístico considerou a Raça, o Sexo e a interação entre a Raça e o Sexo. Quando se observaram interações estatisticamente significativas, recorreu-se ao teste de Tukey com uma significância $P < 0,05$. Sempre que não se observaram interações estatisticamente significativas entre a Raça e o Sexo, foi realizada uma segunda análise estatística onde se excluiu a interação e se considerou apenas os efeitos principais (Raça e o Sexo).

Nas tabelas são apresentados as Médias dos mínimos quadrados (LSM) e o Erro padrão da média (SEM).

5. Resultados

Para facilitar a sua compreensão, os resultados serão apresentados e analisados em duas fases, conforme os respectivos estudos experimentais.

5.1. Estudo experimental 1 - Resultados

Comparação grupos Angus x Limousine (AL) e Limousine x Limousine (LL)

5.1.1. Índices Zootécnicos

Tabela 8 - Comparação dos grupos AL e LL relativamente aos índices zootécnicos.

| | AL | | LL | | SEM | P | | |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | F | M | F | M | | S | Cruz | S*C |
| GMD (kg/d) | 1,43 | 1,71 | 1,26 | 1,60 | 0,0457 | <0,001 | 0,0009 | 0,3254 |
| RC (%) | 52 | 56 | 55 | 58 | 0,0043 | <0,001 | <0,001 | 0,2404 |
| PC (kg) | 250,05 | 352,03 | 263,59 | 342,85 | 9,469 | <0,001 | 0,8076 | 0,2083 |
| Cl. Gord. | 3,41 | 2,96 | 3,31 | 2,69 | 0,962 | <0,001 | 0,0462 | 0,3583 |
| Cl. Conf. | 2,63 ^b | 3,69 ^a | 3,07 ^b | 3,61 ^a | 0,1356 | <0,001 | 0,1610 | 0,0484 |
| IC (kg/kg) | 5,14 | 5,46 | 5,20 | 4,85 | * | | | |

AL – Cruzamento Angus x Limousine ; LL – Limousine Puro ; F – Fêmeas ; M – Machos ; Cruz – Cruzamento ; S – Sexo ; GMD – Ganho Médio Diário ; RC – Rendimento de Carcaça ; PC – Peso de Carcaça ; Cl. Gord – Classificação de Gordura ; Cl. Conf – Classificação de Conformação ; IC – Índice de Conversão.

* O índice de Conversão, sendo um cálculo de média global, não apresenta erro padrão da média.

A análise dos resultados permitiu verificar que o sexo dos animais influenciou muito significativamente ($P<0,001$) o ganho médio diário (GMD), o peso de carcaça (PC), o rendimento de carcaça (RC), a classificação de conformação (Cl.Conf.) e a classificação de gordura (Cl. Gord.). O GMD dos machos Angus x Limousine foi de 1,71 kg/dia enquanto nas fêmeas do mesmo cruzamento este valor ficou-se pelos 1,43 kg/dia. Já nos Limousine x Limousine as fêmeas obtiveram 1,26 kg/dia e os machos 1,60 kg/dia. Os machos apresentaram ainda um PC e um RC superior ao das fêmeas. Nas fêmeas Angus x Limousine o PC foi de 250,05 kg *versus* 352,03 kg nos machos do mesmo cruzamento. Nos Limousines puros as fêmeas tiveram um PC de 263,59 kg enquanto os machos atingiram os 342,85 kg.

Relativamente a RC as fêmeas cruzadas de Angus tiveram 52% e os machos 56%, já nos animais puros Limousine as fêmeas tiveram 55% e os machos, com o valor mais elevado para este parâmetro, atingiram os 58%. Também na Cl.Conf. os machos, apresentaram um valor superior ao das fêmeas: os cruzados de Angus 3,69 *versus* 2,63 das fêmeas e nos Limousine x Limousine 3,61 nos machos *versus* 3,07 nas fêmeas. Por outro lado, os machos apresentaram uma Cl. Gord. inferior à das fêmeas. As fêmeas do cruzamento Angus x Limousine com 3,41 obtiveram a Cl. Gord mais elevada, enquanto os machos do mesmo cruzamento 2,96. Já nos puros Limousine as fêmeas Limousine tiveram uma classificação de 3,31 e os machos, com 2,69, tiveram a pontuação mais baixa dos grupos em estudo.

Já o cruzamento dos animais influenciou significativamente ($P<0,05$) o GMD, o RC e a Cl. Gord. Os animais resultantes do cruzamento Angus x Limousine apresentaram um GMD e uma Cl.Gord. mais alta que os animais de raça Limousine (1,57 *versus* 1,43 kg/dia de GMD e 3,19 *versus* 3,00 de classificação), embora os animais de raça Limousine tenham apresentado um RC mais alto (57% *versus* 54%).

Relativamente à interação estatisticamente significativa observada na Cl.Conf., verificou-se que os machos LL e AL apresentavam uma classificação superior ao das fêmeas.

5.1.2. Parâmetros colorimétricos e pH

Tabela 9 - Comparação entre os grupos AL e LL relativamente a parâmetros colorimétricos e pH.

| | AL | | LL | | SEM | P | | |
|----|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|--------|--------|
| | F | M | F | M | | S | Cruz | S*C |
| L* | 37,03 | 33,53 | 37,18 | 35,44 | 0,638 | <0,001 | 0,0931 | 0,1486 |
| a* | 18,57 | 18,39 | 18,28 | 17,66 | 0,557 | 0,4508 | 0,3327 | 0,6687 |
| b* | 5,05 | 3,77 | 5,47 | 3,56 | 0,398 | 0,0001 | 0,7825 | 0,3986 |
| pH | 5,45 ^{a,b} | 5,33 ^b | 5,16 ^c | 5,57 ^a | 0,042 | 0,0011 | 0,5742 | <0,001 |

AL – Cruzamento Angus x Limousine ; LL – Limousine Puro ; F – Fêmeas ; M – Machos ; Cruz – Cruzamento ; S – Sexo ; L* - luminosidade ; a* - intensidade de vermelhos; b* - intensidade de amarelo ; pH – potencial de hidrogénio.

No que diz respeito aos parâmetros colorimétricos da carne, o sexo influenciou significativamente a luminosidade da carne (L*) e a intensidade de amarelo (b*) ($P<0,05$). Já para a intensidade de vermelhos (a*) não foi encontrada qualquer influência estatística ou interação ($P>0,05$). Por sua vez, a raça por si só não demonstrou ter influência estatisticamente significativa quer nos parâmetros colorimétricos quer no pH. No entanto, foi observada uma interação estatisticamente muito significativa para os valores de pH entre sexo

e raça ($P < 0,001$).

As fêmeas obtiveram uma luminosidade (L^*) e intensidade de amarelo (b^*) na carne maior que os obtidos pelos machos. O valor de L^* foi de 37.03 nas fêmeas cruzadas de Angus e nos machos do mesmo cruzamento 33.53. Já nos puro Limousine este valor foi de 37.18 nas fêmeas vs 35.44 nos machos. Relativamente à intensidade de amarelos, os cruzados tiveram um valor de 18.57 nas fêmeas vs 18.39 nos machos enquanto os puros Limousine 18.28 nas fêmeas e 17.66 nos machos.

No que respeita à interação estatisticamente significativa observada no pH, os novilhos de raça Limousine apresentaram um pH mais alto que os novilhos Angus x Limousine, enquanto as novilhas Angus x Limousine apresentam um pH mais alto que as novilhas de raça Limousine. Verificaram-se ainda diferenças significativas entre machos e fêmeas de raça Limousine, o que não se verificou nos cruzados.

5.1.3. Painel sensorial

Tabela 10 - Comparação entre os grupos AL e LL relativamente a pontuação por painel sensorial.

| | Cruzamento | | Sexo | | SEM | P | |
|-------------------|------------|------|------|------|-------|--------|--------|
| | AL | LL | F | M | | S | Cruz |
| Suculência | 4.86 | 5.25 | 5.20 | 4.90 | 0.169 | 0.2125 | 0.1249 |
| Tenrura | 5.45 | 5.61 | 5.85 | 5.21 | 0.242 | 0.0769 | 0.6479 |
| <i>Flavour</i> | 3.63 | 3.75 | 3.71 | 3.67 | 0.100 | 0.7669 | 0.4158 |
| Apreciação global | 5.25 | 5.50 | 5.57 | 5.18 | 0.175 | 0.0128 | 0.3216 |
| WBSF (KgF) | 6.01 | 6.66 | 5.54 | 7.13 | 0.496 | 0.0045 | 0.2011 |

AL – Cruzamento Angus x Limousine ; LL – Limousine Puro; F – Fêmeas ; M – Machos ; Cruz – Cruzamento ; S – Sexo; WBSF - Warner Bratzler shear force.

Não existiu também para nenhum dos parâmetros analisados pelo painel sensorial interação estatisticamente significativa entre sexo e raça.

Nenhum dos parâmetros analisados pelo painel sensorial demonstrou ser influenciado de forma estatisticamente significativa pelo cruzamento dos animais ($P > 0,001$).

Já no que diz respeito ao sexo, este influenciou de forma significativa a WBSF, o que foi coerente com a tendência estatística observada na apreciação global ($P < 0,05$). Os machos obtiveram no WBSF uma média de 7,13 KgF, enquanto as fêmeas obtiveram uma média de 5,54 KgF. Já na apreciação global, o painel de provadores atribuiu uma pontuação média mais

elevada nas fêmeas (5.57) que nos machos (5.18).

5.2. Estudo experimental 2 – Resultados

Comparação de três raças maternas em cruzamento com Aberdeen Angus: Angus x Charolês (AC), Angus x Limousine (AL) e Angus x Mertolenga (AM)

5.2.1. Índices Zootécnicos

Tabela 11 - Comparação dos grupos AC, AL e AM relativamente a parâmetros colorimétricos e pH

| | AC | | AL | | AM | | SEM | P | | |
|------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------|--------|--------|--------|
| | F | M | F | M | F | M | | Sexo | Cruz | S*C |
| GMD (kg/d) | 1,46 ^c | 1,96 ^a | 1,43 ^c | 1,71 ^b | 1,37 ^c | 1,55 ^{b,c} | 0,050 | <0,001 | <0,001 | 0,0032 |
| PC (kg) | 248,65 | 354,95 | 250,05 | 352,03 | 213,09 | 310,52 | 7,745 | <0,001 | <0,001 | 0,81 |
| RC (%) | 52 | 57 | 52 | 56 | 50 | 54 | 0,00604 | <0,001 | <0,001 | 0,84 |
| Cl. Conf. | 3 ^{b,c} | 3,31 ^{a,b} | 2,63 ^c | 3,69 ^a | 2,66 ^c | 3 ^{b,c} | 0,1200 | <0,001 | 0,0040 | 0,0016 |
| Cl. Gord. | 3,27 | 2,96 | 3,41 | 2,96 | 3,6 | 3,38 | 0,0895 | <0,001 | <0,001 | 0,3781 |
| IC (kg/kg) | 6,18 ^a | 4,61 ^c | 5,14 ^{b,c} | 5,46 ^a | 6,07 ^a | 5,46 ^{a,b} | * | | | |

AC – Cruzamento Angus x Charolês ; AL – Cruzamento Angus x Limousine ; AM – Cruzamento Angus x Mertolenga ; F – Fêmeas ; M – Machos ; Cruz – Cruzamento ; S – Sexo ; GMD – Ganho Médio Diário ; RC – Rendimento de Carcaça ; PC – Peso de Carcaça ; Cl. Gord – Classificação de Gordura ; Cl. Conf – Classificação de Conformação ; IC – Índice de Conversão.

* O índice de Conversão, sendo um cálculo de média global, não apresenta erro padrão da média.

Os resultados demonstraram que quer o sexo quer a raça influenciaram de forma muito significativa o PC, RC e Cl. Gord ($P < 0,001$). Por outro lado, para o GMD, IC e Cl. Conf. foi verificada uma interação estatisticamente significativa entre sexo e raça ($P < 0,05$).

Com uma média de PC de 339,17 kg, os machos atingiram pesos maiores que as fêmeas que, para o mesmo índice, obtiveram 237,26 kg. Dentro de todas as raças em estudo existiu uma superioridade relativa a PC de machos em relação a fêmeas: no cruzamento AC o PC foi de 248,65 kg nas fêmeas vs 354,95 kg nos machos; nos animais AL 250.05 kg nas fêmeas e 352.03 kg nos machos e nos AM 213.09 kg nas fêmeas vs 310.52 kg nos machos. No que diz respeito ao RC, também os machos, superaram as fêmeas em todos os cruzamentos em estudo: 52% vs 57% nos AC, 52% vs 56% nos AL e 50% vs 54% nos AM.

Já na Cl. Gordura, foram as fêmeas que tiveram classificação mais elevada (em média 3,46 *versus* 3,1 de classificação dos machos). Para este parâmetro, foram as AM fêmeas que com uma pontuação de 3,6 tiveram o valor mais elevado e os machos AL e AC, com uma pontuação idêntica de 2,96, o valor mais baixo.

A raça influenciou significativamente o PC, sendo que as carcaças mais pesadas foram as do grupo Angus x Charolês seguiram-se as da raça Angus x Limousine, e, por fim, com PC mais baixos, Angus x Mertolenga. Os resultados obtidos no rendimento de carcaça seguiram a mesma ordem: 0,55, 0,54 e 0,52 para os grupos AC, AL e AM, respetivamente. No entanto, quando falamos de classificação de gordura, verificou-se o contrário. A raça influenciou significativamente a Cl. Gord., e o grupo com maior classificação (3,49) foram os Angus x Mertolenga, seguidos (com 3,19) pelos Angus x Limousine e finalmente os Angus x Charolês (3,12).

No que diz respeito às interações estatisticamente significativas, foram os machos Angus x Charolês que, com 1,96 kg/dia, obtiveram o GMD maior. Para o mesmo parâmetro, seguiram-se os machos cruzados de Limousine e Mertolenga. Ainda no GMD, entre os grupos de fêmeas e machos do cruzamento Angus x Mertolenga, não se verificaram diferenças significativas. A interação estatisticamente significativa no IC entre sexo e raça demonstra o IC mais elevado nas fêmeas AC e AM que se assemelham aos machos AL e AM. Entre AM machos e AL fêmeas, não se verificam diferenças estatísticas significativas para o IC. Também não se encontraram diferenças relevantes entre AL fêmeas e AC machos, onde se obteve o valor de IC mais baixo.

Na Cl.Conf. a interação demonstrada verificou a classificação mais elevada nos machos AL e AC. Por sua vez, não diferiram entre si os cruzamentos Angus x Charolês de ambos os sexos e os machos cruzados de Mertolenga. Também se verificou em relação à Cl. Conf. que todos os grupos genéticos de fêmeas não apresentaram diferenças estatísticas significativas nem entre si, nem com o grupo de machos AM.

5.2.2. Parâmetros colorimétricos e pH

Tabela 12 - Comparação dos grupos AC, AL e AM relativamente a parâmetros colorimétricos e pH.

| | AC | | AL | | AM | | SEM | P | | |
|----|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| | F | M | F | M | F | M | | Sexo | Cruz | S*C |
| L* | 36,42 | 32,2 | 37,03 | 33,53 | 37,06 | 34,56 | 0,7935 | <0,001 | 0,1133 | 0,4884 |
| a* | 18,16 ^a | 15,89 ^b | 18,57 ^a | 18,40 ^a | 19,25 ^a | 19,49 ^a | 0,509 | 0,0595 | <0,001 | 0,0195 |
| b* | 5,01 ^{a,b} | 1,18 ^c | 5,05 ^{a,b} | 3,77 ^b | 5,93 ^a | 4,58 ^{a,b} | 0,466 | <0,001 | <0,001 | 0,0048 |
| pH | 5,26 ^c | 5,91 ^a | 5,45 ^{b,c} | 5,33 ^c | 5,23 ^c | 5,57 ^b | 0,068 | <0,001 | 0,0026 | <0,001 |

AC – Cruzamento Angus x Charolês ; AL – Cruzamento Angus x Limousine ; AM – Cruzamento Angus x Mertolenga ; F – Fêmeas ; M – Machos ; Cruz – Cruzamento ; S – Sexo ; L* - luminosidade ; a* - intensidade de vermelhos ; b* - intensidade de amarelo ; pH – potencial de hidrogénio.

Relativamente aos parâmetros colorimétricos da carne, o sexo influenciou de forma muito significativa a luminosidade da carne (L*) (P<0,001). Para intensidade de vermelho (a*) e

intensidade de amarelo (b^*) verificou-se uma interação estatística significativa entre sexo e raça e o mesmo se verificou no pH ($P < 0,05$).

Em todos os cruzamentos em estudo as fêmeas apresentaram uma carne com luminosidade superior à dos machos. No cruzamento AC os machos obtiveram L^* de 32,2 e fêmeas 36,42, no cruzamento AL machos 33,53 e fêmeas 37,03 e nos AM machos 34,56 e fêmeas 37,06.

No que diz respeito às interações entre sexo e raça, para a intensidade de vermelho, os machos do cruzamento Angus x Charolês obtiveram o valor de a^* menor (15,89) que diferiu significativamente de todos os outros grupos em estudo.

Para interação verificada na intensidade de amarelo, também foi a carne dos machos AC que obteve o valor menor ($b^* = 1,18$). Os valores mais elevados de b^* foram observados nas fêmeas que não diferiram de forma significativa com os machos do cruzamento Angus x Mertolenga. Em relação ao pH e à interação estatística observada, com um pH de 5,91 os machos do cruzamento Angus x Charolês tiveram o valor mais elevado. Seguiram-se as fêmeas AL e os machos AM, entre os quais não se encontraram diferenças significativas. Por fim, os valores de pH da carne das fêmeas AL assemelharam-se estatisticamente aos das fêmeas AC e AM e aos machos AL, que obtiveram os valores de pH mais baixos.

5.2.3. Painel sensorial

Tabela 13 - Comparação entre os grupos AC, AL e AM relativamente a pontuação por painel sensorial.

| | Cruzamento | | | Sexo | | SEM | P | |
|-------------------|------------|------|------|------|------|-------|--------|--------|
| | AC | AL | AM | F | M | | Sexo | Cruz |
| Suculência | 4.69 | 4.86 | 5.16 | 5.01 | 4.79 | 0.182 | 0.3019 | 0.2033 |
| Tenrura | 4.92 | 5.45 | 6.11 | 5.92 | 5.07 | 0.234 | 0.0035 | 0.0046 |
| <i>Flavour</i> | 3.48 | 3.63 | 3.88 | 3.77 | 3.55 | 0.102 | 0.0673 | 0.0296 |
| Apreciação global | 4.98 | 5.25 | 5.77 | 5.58 | 5.08 | 0.195 | 0.0301 | 0.0225 |
| WBSF (KgF) | 5.62 | 6.01 | 4.55 | 5.13 | 5.65 | 0.803 | 0.437 | 0.187 |

AC – Cruzamento Angus x Charolês ; AL – Cruzamento Angus x Limousine ; AM – Cruzamento Angus x Mertolenga ; F – Fêmeas ; M – Machos ; Cruz – Cruzamento; WBSF - Warner Bratzler shear force.

No que diz respeito aos parâmetros analisados pelo painel sensorial, não existiram interações estatisticamente significativas entre cruzamento e sexo.

Já a tenrura, foi significativamente influenciada pelo cruzamento ($P < 0,05$) e pelo sexo dos animais ($P < 0,05$). Com uma pontuação média de machos e fêmeas de tenrura de 6.11, o cruzamento de Angus x Mertolenga, foi a carne considerada mais tenra pelo painel de

provadores. Seguiu-se o cruzamento Angus x Limousine, com uma pontuação média de tenrura de 5.45 e, por fim, a carne resultante do cruzamento Angus x Charolês, com uma média de 4.92 foi considerada a menos tenra pelo painel. Nos três cruzamentos em estudo, as fêmeas, com uma pontuação média de 5,92 vs 5,07 nos machos, obtiveram uma pontuação de tenrura mais elevada.

O *Flavour* foi significativamente influenciado pelo cruzamento ($P < 0,05$). O cruzamento com melhor pontuação pelo painel em *flavour* foram os animais Angus x Mertolenga (3,88), seguiram-se os Angus x Limousine (3,63) e, por fim, com uma pontuação menor para este mesmo parâmetro os Angus x Charolês (3,48).

6. Discussão

6.1. Estudo experimental 1 - Discussão

Comparação grupos genéticos Angus x Limousine (AL) e Limousine x Limousine (LL)

6.1.1. Índices Zootécnicos

Em conformidade com vários estudos prévios (Jones, Burgess, Wilton & Watson, 1984 ; Filho, Peres, & Justo, 2006), os machos obtiveram uma performance mais elevada no que diz respeito ao GMD e PC, comparativamente com as fêmeas. Em 2002, num estudo realizado por McKenna et al. nos Estados Unidos, que reuniu dados de 9396 carcaças de bovinos, os machos tiveram uma média de PC superior à das fêmeas (366,4 kg vs 336,3 kg, respetivamente) ($P<0,05$).

Apesar da classificação do grau de acabamento em Portugal ser atribuída através de uma pontuação visual do classificador, logo, subjetiva, a classificação de gordura mais elevada nas fêmeas, é corroborada por estudos que demonstram maior percentagem de gordura na carcaça de fêmeas do que nos machos (Junqueira, Velloso, & Felício, 1998 ; Choi et al., 2002 ; Nogalski et al., 2018).

Já no RC verificou-se vantagem dos machos em 3% em relação às fêmeas o que foi também verificado por Filho et al., (2006) que, ao estudarem características de carcaça em *feedlot*, obtiveram um rendimento de carcaça de 55,61% em novilhos e 52,75% em novilhas.

Relativamente ao IC, de acordo com vários estudos (Filho et al., 2006), seria de esperar uma conversão alimentar mais eficiente nos machos em relação às fêmeas, o que não se verificou. Ainda para este parâmetro, também Cuvelier et al., (2006) não encontraram influência da raça na conversão alimentar quando compararam animais de raça pura Aberdeen Angus e Limousine em *feedlot*, alimentados com alimento concentrado.

Por sua vez, a raça dos animais influenciou significativamente ($P<0,05$) o RC, a CI.Gordura e o GMD. Pesonen, Honkavaara, & Huuskonen, em 2012, ao compararem 8 Limousine de raça pura com 8 Angus x Limousine, em *feedlot*, encontraram que o RC dos animais LL era 8% mais elevada que os AL, o que vai de encontro aos resultados expostos no presente estudo onde os animais de raça Limousine obtiveram mais 3% que os AL. Pesonen et al., (2012) em relação a CI. Gordura, obtiveram uma classificação mais elevada nos animais AL em relação aos LL, mais uma vez, de acordo ao exposto no presente estudo. O score de gordura mais elevado em carcaças de Aberdeen Angus em comparação com raças europeias de maturação mais tardia é corroborado em várias publicações (Chambaz, Scheeder, Kreuzer, & Dufey, 2003 ; Wheeler, Cundiff, Shackelford, & Koohmaraie, 2005; Bureš, Bartoň, Zahrádková &

Teslík, 2006).

Relativamente ao GMD, Pesonen et al., 2012, não encontraram diferenças significativas entre LL e AL, o que vai contra o GMD mais elevado no cruzamento AL em relação a LL (1,57 kg/d vs 1,43 kg/d) referido nos nossos resultados. Cuvelier, 2006, quando comparou novilhos Limousines puros com novilhos Angus puros, alimentados com uma dieta concentrada, atingiu um GMD de 1,62 nos Angus e 1,66 nos Limousines, no entanto, também não encontrou uma influência significativa da raça neste parâmetro.

A Classificação de Conformação de Carcaça que se verificou mais elevada nos machos comparativamente com as fêmeas, está de acordo com vários estudos publicados (McKenna et al., 2002 ; Drennan, McGee & Keane, 2008 ; Nogalski et al., 2018).

6.1.2. Parâmetros colorimétricos e pH

A carne das fêmeas apresentou mais luminosidade (média de 37,12 vs 34,49 nos machos) e maior intensidade de amarelos (média de b^* de 5,26 vs 3,67 nos machos) ($P < 0,05$). Apesar de machos e fêmeas apresentarem os mesmos níveis de mioglobina muscular, os machos tendem a produzir carne mais escura, que se pensa ser devido a níveis de pH mais elevados, resultado do temperamento mais agressivo (Destefanis, Brugiapaglia, Barge & Lazzaroni, 2003 ; Partida, Olleta, Campo, Sanudo & Maria, 2007), o que vai de acordo com os valores de L obtidos no presente estudo.

Apesar de Nogalski et al., em 2018, terem também obtido uma média de b^* também mais elevada em fêmeas do que em machos, os resultados não mostraram diferenças significativas ($P > 0,05$).

As medições de pH da carne de bovino descritas na maioria dos estudos publicados são realizadas às 24h *post mortem* ou 48h *post mortem*, o que difere do método por nós aplicado, em que o pH foi medido após a descongelação das amostras. Precisamente com o intuito de estudar o efeito da congelação no pH Carolino et al., em 2009, fizeram medições de pH antes e após congelação da carne num total de 96 bovinos machos sendo que os resultados não demonstraram variação significativa ($P > 0,05$) entre os dois tipos de medições.

Relativamente aos valores de pH obtidos, enquanto no presente estudo os novilhos LL machos apresentaram um valor mais elevado que os AL machos, Pesonen et al., 2012, não encontraram nenhum efeito estatisticamente significativo da raça entre machos A.Angus puros, Limousines puros e cruzados de Angus com Limousine, no pH medido às 24h *post mortem*.

6.1.3. Painel sensorial

As fêmeas apresentaram uma carne mais tenra e, concordantemente, um valor de WBSF mais baixo, comparativamente aos machos. De acordo com o exposto, Nogalski, et al., 2018, nos resultados de um estudo que realizaram entre 2013 e 2014 com 40 novilhos (20 machos e 20 fêmeas) com idade entre os 15 e 18 meses, apresentaram resultados em conformidade com os que nos foram obtidos: Através de painel de provadores e WBSF, obtiveram valores de tenrura superiores nas fêmeas e, de acordo com isso, força de corte superior nos machos. No entanto, também no *flavour* Nogalski et al. mostraram pontuações atribuídas pelo painel de provadores mais altas nas fêmeas em relação aos machos, o que não se verificou no presente estudo.

Não foi encontrada nenhuma influência estatisticamente significativa da raça relativamente aos parâmetros avaliados pelo painel sensorial. Wheeler et al. (2005), quando compararam novilhos de raça Angus e Limousine, abatidos aos 445 dias de idade, obtiveram na tenrura, suculência e *flavour* pontuações mais elevadas nos Angus. No presente estudo, tal não se verificou.

6.2. Estudo experimental 2 - Discussão

Comparação de três raças maternas em cruzamento com Aberdeen Angus: Angus x Charolês (AC), Angus x Limousine (AL) e Angus x Mertolenga (AM)

6.2.1. Índices Zootécnicos

Similarmente ao verificado no estudo experimental 1 já exposto, o PC, RC e Cl. Gord. foram influenciados de forma significativa pelo sexo dos animais. O que é corroborado por vários estudos que demonstram uma vantagem dos machos relativa ao PC e ao RC (Jones et al., 1984 ; Filho et al., 2006 ; Madruga, Collares & Pinho, 2015) e, por outro lado, uma percentagem de gordura mais elevada nas fêmeas (Junqueira et al., 1998 ; Filho et al., 2006) que se traduz na Cl. Gord. mais elevada neste género.

A raça materna no cruzamento com Aberdeen Angus, influenciou o PC, RC e Cl. Gordura muito significativamente ($P < 0,001$). Quer no PC como no RC foi o cruzamento AC que obteve valores mais elevados. São seguidos pelos AL com valores intermédios para os mesmos parâmetros, e, com os valores mais baixos, AM.

Embora seja difícil encontrar estudos que façam uma comparação entre raças maternas cruzadas com Aberdeen Angus, muitos são os que comparam estas raças em linha pura. Chambaz et al., (2003), no ensaio onde compararam Charolese, Limousines e Angus em linha pura, com alimentação *ad libitum*, em *feedlot*, obtiveram as carcaças mais pesadas em Limousines e Charolese, com os machos a atingirem 405 e 395 kg, respetivamente. No entanto, no presente estudo, e em cruzamento com Angus, foram os Charolese que com uma média de 301,8 kg de PC, tiveram este parâmetro mais elevado, seguidos pelos Limousines com uma média de 301,04 kg. Estes resultados estão de acordo com Morris, Baker, Carter & Hickey (1990), que encontraram PC mais elevados em Charolese (290 kg), quando comparando com Limousines (272 kg). Os pesos de carcaça descritos para animais de raça Mertolenga, são, e de acordo com os resultados obtidos, inferiores aos das raças exóticas em estudo. Madeira (2015), obteve uma média de 189,1 kg de carcaça em Mertolengos em linha pura e, citou Rodrigues (2007), que obteve 239 kg de PC.

No que diz respeito ao RC Chambaz et al., (2003), ao compararem Charolês e Limousine em linha pura, encontraram um rendimento de carcaça mais elevado nos Limousines (61,5%) em relação aos Charolese (57,9%). O mesmo é reportado por Amer, Kemp & Smith (1992) ao compararem Limousine, Charolês e Angus em linha pura, obtiveram o RC mais alto (61,9%) em Limousines, seguindo-se os Charolese (59,5%) e por fim os Angus (59,4%). No entanto, no presente estudo, e em cruzamento com Angus, foi o cruzamento AC que, com uma média de 55% de RC teve este parâmetro mais alto, seguiram-se os AL, com uma média de 54%.

Já Madeira (2015) no ensaio que realizou com 42 novilhos inteiros de raça pura Mertolenga, submetidos a um regime alimentar de acabamento com alimento concentrado, obteve uma média de 52,3% de rendimento de carcaça, enquanto que no presente estudo os machos Mertolengos, em Cruzamento com Angus, atingiram uma média de 54% de RC, sendo o grupo genético com o rendimento mais baixo (52% de média de RC nos machos e fêmeas AM).

Na classificação de gordura, Mandell, Gullett, Buchanan-Smith & Campbell, (1997), ao compararem Limousine com Charolês em linha pura, não encontraram diferenças significativas no que diz respeito à pontuação de gordura com recurso a ultrassonografia. No entanto, em cruzamento com Angus, obtivemos neste estudo, uma influência significativa da raça nesta classificação. O cruzamento com linha materna Charolesa foi a que obteve a pontuação mais baixa no grau de acabamento. Por outro lado, o grau de acabamento mais elevado, foi alcançado quando em cruzamento com Mertolenga.

No entanto, Madeira (2015), descreve uma classificação de gordura de “2 - magra”, em 9 novilhos de raça Mertolenga e cita Hortêncio (2006) que no seu ensaio obteve a mesma classificação de estado de gordura em 80% das carcaças em estudo. De notar, que os resultados apresentados por Madeira (2015) têm por base uma amostra pequena de animais com 12 meses de idade e uma média de peso de carcaça de 189,1 kg, muito inferior à média obtida neste estudo nos novilhos machos AM de 310,52 kg. O peso de carcaça tem efeito sobre a gordura: animais abatidos com maiores pesos apresentam melhor classificação de conformação e classificação de gordura (Costa et al., 2002) o que pode explicar a diferença entre os resultados de baixa Cla.Gord. obtidos por Madeira (2015), e que os nossos resultados obtidos pelos Mertolengos em cruzamento com Angus.

Amer et al., (1992), quando compararam os GMD de Charolês e Limousine, obtiveram com a raça Charolesa os valores de GMD mais elevados (1,33 kg/dia vs 1,11kg/dia, respetivamente). Também Mandell et al., (1997), obtiveram resultados de GMD superiores para raça Charolesa quando comparada com Limousine (1,51 kg/dia vs 1,40kg/dia) ($P<0,05$). Esta vantagem relativa ao GMD da raça Charolesa em relação à Limousine, parece manter-se quando em cruzamento com Angus: nos nossos resultados foram os machos AC que, com 1,96kg/dia, obtiveram o GMD maior.

Destaca-se no presente estudo o IC mais baixo nos machos AC. Novamente em Amer et al., (1992), os resultados obtidos no IC para a raça Charolesa foram mais baixos que em novilhos de raça Limousine (6 kg de ingestão de matéria seca por kg de PV nos Charoleses vs 6,5 kg de ingestão de matéria seca por kg de PV nos Limousines). No entanto, o valor mais baixo obtido de IC nos AC machos (4,61 kg/kg), não diferiu de forma estatisticamente significativa no IC das novilhas AL fêmeas (5,14 kg/kg). Este ponto difere dos resultados de vários autores, em que os machos são mais eficientes na conversão alimentar que as fêmeas (Filho et al., 2006).

Relativamente ao IC da raça Mertolenga Madeira (2015) ao rever vários ensaios

experimentais que mediram o IC nesta mesma raça em linha pura, cita Pais (2013), que, em bovinos Mertolengos alimentados com concentrado *ad libitum* e palha, obteve um IC de 6,31 kg/kg.

A Classificação de conformação de carcaça foi mais elevada nos machos AL e AC, no entanto, não existiu diferença estatisticamente significativa entre AC machos e AC fêmeas, o que não seria de esperar, já que vários estudos publicados apontam para uma vantagem nos machos relativamente às fêmeas no que diz respeito à conformação de carcaça (McKenna et al., 2002 ; Drennan et al., 2008 ; Nogalski et al., 2018). A pontuação de Conformação através da escala SEUROP é visual e, portanto, subjetiva, podendo este facto justificar os resultados obtidos.

Ainda para a classificação de conformação de carcaça, as fêmeas não diferiram dos machos cruzados de Mertolenga. Isto pode traduzir o menor desenvolvimento muscular da raça Mertolenga, em comparação com as raças Limousine e Charolesa. Também de acordo com estes resultados, Madeira (2015), nos 9 Mertolengos que teve em estudo, obteve uma classificação na escala SEUROP, maioritariamente de “O”. Estes dados fazem supor que, quando em cruzamento com Angus, continua a existir uma vantagem das raças exóticas Limousine e Charolesa, em relação à autóctone Mertolenga, no que diz respeito ao desenvolvimento muscular.

6.2.2. Parâmetros colorimétricos e pH

Em concordância com os resultados analisados no estudo 1, as fêmeas apresentaram uma carne com uma luminosidade superior à dos machos.

Em relação à intensidade de vermelho, nos machos cruzados de Angus x Charolês, foi obtido o valor mais baixo, diferindo de forma estatisticamente significativa em relação a todos os grupos em estudo. Neste mesmo grupo, a média de luminosidade foi a mais baixa e o pH mais elevado. A cor mais escura da carne, pode precisamente estar relacionada com o pH mais elevado, como se verifica no caso deste grupo, devido à glicólise *ante mortem* (Monin, 1991 ; Partida et al., 2007).

Também as condições de transporte, abegoaria e abate, podem causar grandes variações nos valores de pH da carne (Destefanis et al., 2003 ; Węglarz, 2010). Neste estudo, apesar das condições de carregamento, transporte e abate serem idênticas, os animais não foram todos abatidos no mesmo dia. Este facto pode levar a alterações no processo que não foram registadas, e que poderiam ter tido como consequência as diferenças de valores de pH encontradas.

6.2.3. Painei sensorial

A pontuação de tenrura atribuída pelo painei sensorial, que demonstrou ser estatisticamente influenciada pelo cruzamento ($P < 0,05$), revela que a carne menos tenra foi a resultante do cruzamento de Angus x Charolês, seguida do cruzamento Angus x Limousine e por fim, a carne mais tenra, Angus x Mertolenga. Novamente os estudos publicados fazem esta avaliação sensorial em novinhos de raça pura: Chambaz et al., (2003) nos resultados de painei sensorial de carne de novinhos Angus, Limousine e Charolês, obtiveram a pontuação de tenrura média mais elevada na carne de Angus, seguida da Limousine e, por fim, como menos tenra, a Charolesa. Neste mesmo estudo por Chambaz et al. (2003), apesar de a diferença entre as raças não ter sido estatisticamente significativa, os resultados de WBSF, seguiram a mesma tendência: a força de corte foi mais elevada nos Charoleses, seguida dos Limousines e, por fim, nos Angus.

Nos nossos resultados, o sexo influenciou também a tenrura da carne significativamente ($P < 0,05$) sendo que, dentro de cada cruzamento, foram as fêmeas que apresentaram a carne mais tenra. Estes resultados estão de acordo com vários estudos publicados (Monin, 1991 ; Blaco, Jurie, Micol, Agabriel & Picard, 2013 ; Nogalski et al., 2018), em que as fêmeas apresentam uma carne mais tenra que os machos.

7. Conclusão

No presente estudo procedeu-se a uma comparação dos índices zootécnicos obtidos em animais Limousine puros e Angus cruzados com Limousine. Os resultados obtidos indicam uma melhor *performance* relativamente ao Ganho Médio Diário nos animais cruzados de Angus. Por outro lado, os animais puros Limousine, apresentaram um rendimento de carcaça mais elevado que os cruzados. No que diz respeito aos parâmetros avaliados pelo painel sensorial, não foi detectada nenhuma influência significativa resultante do cruzamento dos animais.

Já na comparação das três raças maternas (Limousine, Charolesa e Mertolenga) em cruzamento com Angus, os animais resultantes do cruzamento de Angus com Charolês, obtiveram melhores *performances* produtivas relativamente a peso de carcaça e rendimento de carcaça. No entanto, no que diz respeito a qualidade de carne avaliada pelo painel de provadores, verificou-se que o cruzamento com Charolês resultava numa carne menos tenra e com menor *flavour*. Pelo contrário, os animais do cruzamento Angus com Mertolenga, com os pesos e rendimentos de carcaça mais baixos, obtiveram a melhor pontuação de *flavour* e tenrura pelo painel de provadores.

Em ambos os estudos, e de acordo com a bibliografia publicada, os machos demonstraram uma superioridade relativa às características zootécnicas comparativamente às fêmeas que, por sua vez, obtiveram pontuações superiores pelo painel de provadores na tenrura e apreciação global.

Em suma, no que diz respeito às raças em estudo, os resultados obtidos traduzem a grande dificuldade do mercado da carne de bovino, traduzida numa grande variabilidade do produto final apresentado ao consumidor. Esta variabilidade é o reflexo dos variadíssimos fatores que afetam a qualidade da carne, e que vão desde a produção, ao transporte e toda a cadeia de abate, refrigeração e, por fim, ao próprio método de confeção. Este ponto é fundamental já que a uniformidade do produto se reflete na repetição da compra.

O consumidor Português já apresenta um consumo de carne de bovino *per capita* elevado, o que significa que o mercado deve agora apostar em produtos diferenciados e de valor acrescentado.

Apostar num produto de qualidade diferenciada implica custos de produção mais elevados, pelo que o consumidor vai exigir um produto final de características uniformes e qualidade notoriamente superior. Tentar reduzir esta variabilidade pode passar por identificar todos os fatores com influência no processo e meteticulosamente controlar a sua qualidade. Isto demonstra a importância de mais estudos nesta área.

8. Bibliografia

- ACBM, (2012). Catálogo de Touros 2012 – *Edição comemorativa 25 anos*. Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos. Acedido em agosto 11, 2017. Disponível em http://www.mertolenga.com/Carne%20mertolenga_25%20anosweb.pdf
- Amer, P. R., Kemp, R. A., & Smith, C. (1992). Genetic differences among the predominant beef cattle breeds in Canada: an analysis of published results. *Canadian Journal of Animal Science*, 72, 759–771.
- American Angus Association (n.d.). *Brief History of Angus – The American Angus Association*. Acedido em Agosto, 8, 2018. Disponível em: <https://www.angus.org/General/gnrlGeneralInfo.aspx>
- American Meat Science Association (AMSA) *Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements*, 2nd ed, (2016).
- Andrighetto, C., Mendes, A., Roça, R., Sartori, D., Rodrigues E., Bianchini, W. (2006). Maturação da carne bovina. *Redvet*, 6, 1-6.
- Arthur, P. F., Archer, J. A., Johnston, D. J., Herd, R. M., Richardson, E. C., & Parnell, P. F. (2001). Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 79, 2805–2811.
- Associação de Criadores, Aberdeen-Angus Portugal (n.d.). *A raça*. Acedido em Abril, 27, 2018. Disponível em: <http://www.aberdeen-angus.pt/conteudo.php?idm=6>
- Associação Portuguesa da Raça Charolesa (n.d.). *Raça Charolesa – Caracterização da Raça*. Acedido em Abril 29, 2018, disponível em: <http://www.charoles.com.pt/conteudo.php?idm=3&idioma=pt>
- Barata, G.A. (2013). *Estudo das características da carcaça de bovinos em modo de produção biológico no Alentejo*. Dissertação de Mestrado em Agricultura Biológica. Viana do Castelo: Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Blanco, M., Jurie, C., Micol, D., Agabriel, J., & Picard, B. (2013). Impact of animal and management factors on collagen characteristics in beef: a meta-analysis approach. *Animal*, 7, 1208–1218.
- Bureš, D., Bartoň L., Zahrádková, R. & Teslík, M. K. (2006). Chemical composition, sensory characteristics, and fatty acid profile of muscle from Aberdeen Angus, Charolais, Simmental, and Hereford bulls. *Czech J. Anim. Sci*, 51, 279–284.
- Carbó, C.B. (1996). *Zootecnica: Bases de Produccion Animal, Tomo VII: Produccion vacuna de leche y carne*. Madrid: Ediciones Mundi – Prensa.
- Carolino, M. I., Rodrigues, M. I., Bressan, M. C., Carolino, N., Espadinha, P., ACBM, & Telo da Gama, L. (2009). PH e Fora de Corte de Carne de Bovinos Alentejanos e Mertolengos. *Archivos de Zootecnia*, 58, 581–584.
- Carolino, M. I. (2015). *Influências Genéticas nas Características da Carcaça e Carne em Bovinos*. Dissertação de Doutoramento em Ciências Veterinárias. Universidade de Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária.

- Carreira, E.R.S. (2016). *Eficácia de modalidades de recria/engorda em bovinos de carne*. Dissertação de Mestrado em engenharia Zootécnica. Évora: Departamento de Zootecnia - Escola de Ciências e Tecnologia - Universidade de Évora.
- Carstens, G., & L.Tedeschi. (2009). Defining Feed Efficiency in Beef Cattle. *Beef Improvement Federation Board*, 10.
- Carvalho, I. M. (2000). *Caracterização genética de raças bovinas autóctones portuguesas - Estudo de polimorfismos proteicos e microssatélites*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Chambaz, A., Scheeder, M. R. L., Kreuzer, M., & Dufey, P. A. (2003). Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content, *Meat Science*, 63, 491 – 500
- Choi, B. H., Ahn, B. J., Kook, K., Sun, S. S., Myung, K. H., Moon, S. J., & Kim, J. H. (2002). Effects of feeding patterns and sexes on growth rate, carcass trait and grade in Korean native cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15, 838–843.
- CODE OF HYGIENIC PRACTICE FOR MEAT1 - CAC/RCP 58-2005
- Costa, E. C. da, Restle, J., Pascoal, L. L., Vaz, F. N., Alves Filho, D. C., & Arboitte, M. Z. (2002). Desempenho de Novilhos Red Angus Superprecoces, Confinados e Abatidos com Diferentes Pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 129–138.
- Craplet, C. (1966). *La viande de bovins: La croissance. Préparation de la viande. Viande, carcasse, animal de boucherie*. Paris: Vignot Frère.
- Crouse, J.D., Sideman, S.C., & Cross, H. R. (1985). The Effects of Carcass Electrical Stimulation and Cooler Temperature on the Quality and Palatability of Bull and Steer Beef. *U.S. Meat Animal Research Center*. 37.
- Cuvelier, C. (2006). *Comparaison des performances zootechniques, de la qualité de la viande et des caractéristiques de la graisse intramusculaires chez des leurillons Blanc Bleu Belge, Limousine et Aberdeen Angus à l'engraissement*. Dissertação de doutoramento em ciências veterinárias. Univervidade de Liège: Faculdade de MEDicina Veterinária. Departamento de Produção Animal.
- Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., Clinquart, A., Hocquette, J. F., Istasse, L., & Hornick, J.-L. (2006). Performance, slaughter characteristics and meat quality of young bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds fattened with a sugar-beet pulp or a cereal-based diet. *Animal Science*, 82.
- Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M. T., & Lazzaroni, C. (2003). Effect of castration on meat quality in Piemontese cattle. *Meat Science*, 64, 215–218.
- Davis, R.A. (2011). *Correlations Between Purebred and crossbred body weights in multi-breed limousine with angus populations*. Master of Science Thesis. Georgia: University of Georgia.
- Drennan, M. J., Mcgee, M., & Keane, M. G. (2008). The value of muscular and skeletal scores in the live animal and carcass classification scores as indicators of carcass composition in cattle. *Animal*, 752–760.
- Esminger, M.E. (1973). *Producción bovina para carne*. Buenos Aires: El Ateneo.

- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (n.d) – *Composition of meat*. Acedido em Abril, 28, 2018. Disponível em: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_composition.html
- Feiner, G. (2006) *Meat products handbook. Practical science and technology*. Cambridge, England: CRC Press.
- Field, T.G. & Taylor, R.E. (2016). *Scientific Farm Animal Production: An Introduction To Animal Science*. (11th ed.). University of Nebraska: Pearson.
- Filho, J.L., Peres, R., Justo, C., (2006) Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2043 – 2049.
- Fontes, M., Pinto, A., & Lemos, J.P.C. (2011). Qualidade na carne de bovino: atributos e percepção. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 110, 21–29.
- Gadanh, A.M.F. (2014). *Mutações no gene da miostasina na raça Limousine*. Universidade de Lisboa
- Gama, L.T. (2002). *Melhoramento Genético Animal*. Lisboa: Escolar Editora.
- Grandin, T. (2000). *Livestock Handling and Transport*. (2nd ed.). Oxon, UK: CABI Publishing.
- Grunert, K. G. (2005). Food quality and safety: Consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32, 369–391.
- Hocquette, J. F., Gondret, F., Baeza, E. , Medale, F., Jurie, C., Pethick, D.W. (2010) Intramuscular fat content in meat-producing animals : development , genetic and nutritional control , and identification of putative markers. *Animal*, 4, 303 – 319.
- Hui, Y.H. (2012). *Handbook of Meat and Meat Processing*. (2nd ed). USA: CRC Press
- Junqueira, J. O., Velloso, L., & Felício, P. (1998). Performance , Carcass and Cut Yields of Crossbred Marchigiana x Nellore Animals , Bulls and Heifers , Finished in Feedlots. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 1199–1205.
- Junqueira, L.C. & Carneiro, J. (2017). *Histologia Básica: Texto e Atlas*. (13ª ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Ladeira, M. M., Schoonmaker, J. P., Gionbelli, M. P., Dias, J. C. O., Gionbelli, T. R. S., Carvalho, J. R. R., & Teixeira, P. D. (2016). Nutrigenomics and beef quality: A review about lipogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 17, 1–21.
- Lasley, J.F. (1963). *Genetics of Livestock Improvement*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice – Hall.
- Lawrie, R.A. & Ledward, D.A. (2006). *Lawrie's meat science*. (7th ed). Cambridge, England: CRC Press
- Lopes, L. (2019). *Análise multivariada de características de qualidade de carcaça e da carne de bovinos Angus-nellore terminados em confinamento*. Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento Animal. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

- Lopes, M. A., & Magalhães, G. P. (2005). Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: Um estudo de caso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 374–379.
- Lopes, M. A., Cardoso, M. G., & Demeu, F. A. (2009). Influência de diferentes Índices Zootécnicos na composição e evolução de rebanhos bovinos leiteiros. *Ciência Animal Brasileira*, 446–453.
- Madeira, R. (2015). *Comparação de três regimes alimentares na produção de Vitelão Mertolengo DOP*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica. Évora: Universidade de Évora, Departamento de Zootecnia.
- Madrugá, A. M., Collares, B. B., & Pinho, S. (2015). Rendimento de carcaças de novilhas e novilhos da raça angus terminados em semi-confinamento. *8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa*.
- Mandell, I. B., Gullett, E. A., Buchanan-Smith, J. G., & Campbell, C. P. (1997). Effects of diet and slaughter endpoint on carcass composition and beef quality in Charolais cross steers. *Canadian Journal of Animal Science*, 77, 403–414.
- McKenna, D. L., Roebert, P. K., Bates, T. B., Schmidt, D. S., Hale, D. B., Griffin, J. W., Savell, J. C., Brooks, J. B., Morgan, T. H., Montgomery, K. E., Belk & Smith G.G., (2002). National Beef Quality Audit-2000: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *Journal of Animal Science*, 80, 1212–1222.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. (4th ed.). CRC Press.
- Minish, G.L. & Fox, D.G. (1982). *Beef Production and Management*. (2nd ed.). Reston, Virginia: Reston Publishing Company.
- Monin, G. (1991). Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Productions animales*, 4, 151-160.
- Morris, C. A., Baker, R. L., Carter, A. H., & Hickey, S. M. (1990). Evaluation of eleven cattle breeds for crossbred beef production: Carcass data from males slaughtered at two ages. *Animal Production*, 50, 79–92.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., & Raats, J. G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, 112, 279–289.
- Nieto, L.M. & Martins, E.N. (2003). Genetic factors influencing beef cattle quality – a review. *Arquivo de Ciências Veterinárias e Zootécnicas*, 6, 67 – 74.
- Nogalski, Z., Przybyłek, P., Szul, M., Nogalska, A., Kapituła, M., Purwin, C. (2018) Carcass characteristics and meat quality of bulls and steers slaughtered at two different ages. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 279-288.
- NP 3441 – *Norma Portuguesa 3441*, Carnes, derivados e produtos cárneos. Medição do pH. Potenciometria. Processo de referência, 2008.
- Oklahoma State University, Department of Animal Science (nd). *Breeds of Livestock*. Acedido em Maio 1, 2018. Disponível em <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/cattle>

- Owens, F.N., Gill, D.R., Secrist, D.S. & S.W. Coleman. (1995). Review of Some Aspects of Growth and Development of Feedlot Cattle. *Oklahoma Agricultural Experiment Station, Animal Science Department*.
- Owens, F. N., & Gardner, B. A. (2000). A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 77, 1 – 18.
- Paredi, G., Raboni, S., Bendixen, E., de Almeida, A. M., & Mozzarelli, A. (2012). “Muscle to meat” molecular events and technological transformations: The proteomics insight. *Journal of Proteomics*, 75, 4275–4289.
- Partida, J.A., Olleta, J.L., Campo, M.M., Sanudo C. & Maria, G.A. (2007). Effect of social dominance on the meat quality of young Friesian bulls, *Meat Science*, 266-273
- Pereira, C. (2016) *Análise dos fatores que influenciam o pH em vitela e vitelão*. Dissertação de Mestrado em Produção e Tecnologia Animal. Escola Superior Agrária de Santarém
- Pereira, L. A. (2016). *Avaliação e correlações entre modificações no método Warner-Bratzler para a determinação da força de cisalhamento de diferentes cortes cárneos bovinos*. Tese em Ciências de Engenharia dos Alimentos. São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.
- Pesonen, M., Honkavaara, M., & Huuskonen, A. (2012). Effect of breed on production, carcass traits and meat quality of aberdeen angus, limousin and aberdeen angus×limousin bulls offered a grass silage-grain-based diet. *Agricultural and Food Science*, 21(4), 361–369.
- Phillips, C.J.C. (2010). *Principles of cattle production*. (2nd ed.). Cambridge: Modular Texts.
- Priolo, A., Micol, D., & Agabriel, J. (2001). Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50, 185–200.
- Purslow, P.P. (2017). *New Aspects of Meat Quality: From Genes to Ethics*. England: Woodhead Publishing.
- Quaresma, M. (2002) *Utilização de tecnologias de controlo do estro e de indução de gémeos em bovinos mertolengos em sistema tradicional de produção*. Dissertação de Doutoramento em Medicina Veterinária. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Técnica de Lisboa.
- REGULAMENTO (CE) N.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia.
- REGULAMENTO (UE) N.º 1308/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia.
- SAS INSTITUTE. *Statistical analysis systems user's guide*. Version 9,0. Cary: SAS Institute Inc., 2004.
- Schunicht, O. C., Booker, C. W., Jim, G. K., Guichon, P. T., Wildman, B. K., & Hill, B. W. (2003). Comparison of a multivalent viral vaccine program versus a univalent viral vaccine program on animal health, feedlot performance, and carcass characteristics of feedlot calves. *Canadian Veterinary Journal*, 44, 43–50.
- Sepúlveda, W., Maza, M.T., Mantecón, A.R., (2008) Factors that affect and motivate the purchase of quality-labelled beef in Spain, *Meat Science*.

- Špehar, M., Vincek, D., & Žgur, S. (2008). Beef quality: factors affecting tenderness and marbling. *Stocarstvo*, 62, 463–478.
- Silva, I. (2017). *Carne PSE (pale, soft, exudative) e DFD (dark, firm, dry) em abate industrial de bovinos*. Monografia de graduação em Medicina Veterinária – Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- Stonaker, H. H. (1942). *The breeding structure of the purebred Aberdeen- Angus cattle population in the United States from 1900-1939*. Iowa State College.
- Thu, D. (2006) Meat quality: understanding of meat tenderness and influence of fat content on meat flavor, *Science & Technology Development*, 12, 65-70.
- Toldrá, F. (2010). *Handbook of Meat Processing*. Wiley - Blackwell. Singapore: Wiley - Blackwell.
- Warner, R.D., Greenwood, P.L., Pethick, D.W. and Ferguson, D.M. (2010) Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*, 86, 171-183.
- Warriss, P.D. (2003). *Ciencia de la carne*. Zaragoza, Espanha: ACRIBIA SA.
- Węglarz, A. (2010). Meat quality defined based on pH and color depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 548–556.
- Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2005). Characterization of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science*, 83, 196–207.
- Williams, P. G. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition and Dietetics*, 64, 113–119.
- Wood, J. D. (1995). *The Influence of Carcass Composition on Meat Quality*. In S.D. Morgan Jones, *Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*. (pp. 131 – 151). USA: CRC Press.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.
- Wulf, D. M., Tatum, J. D., Green, R. D., Morgan, J. B., Golden, B. L., & Smith, G. C. (1996). Genetic Influences on Beef Longissimus Palatability in Charolais- and Limousin-Sired Steers and Heifers. *Journal of Animal Science*, 74, 2394–2405..
- Young, O. A., Priolo, A., Simmons, N. J., & West, J. (1999) Effects of rigor attainment temperature on meat blooming and colour on display. *Meat Science*, 52, 47 – 56.